tijdschrift van het

nederlands elektronica- en radiogenootschap

deel 58 nr. 1 1993

nederlands elektronica- en radiogenootschap

Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap
Postbus 39, 2260 AA Leidschendam. Gironummer 94746
t.n.v. Penningmeester NERG, Leidschendam.

HET GENOOTSCHAP

De vereniging stelt zich ten doel het wetenschappelijk onderzoek op het gebied van de elektronica en de informatietransmissie en -verwerking te bevorderen en de verbreiding en toepassing van de verworven kennis te stimuleren.

Het genootschap is lid van de Convention of National Societies of Electrical Engineers of Western Europe (Eurel).

BESTUUR

LIDMAATSCHAP

Voor lidmaatschap wende men zich tot de secretaris.
Het lidmaatschap staat open voor academisch gegradueerden en hen, wier kennis of ervaring naar het oordeel van het bestuur een vruchtbaar lidmaatschap mogelijk maakt. De contributie bedraagt *f* 60,– per jaar.

Studenten aan universiteiten en hogescholen komen bij gevorderde studie in aanmerking voor een junior-lidmaatschap, waarbij 50% reductie wordt verleend op de contributie. Op aanvraag kan deze reductie ook aan anderen worden verleend.

HET TIJDSCHRIFT

Het tijdschrift verschijnt zesmaal per jaar. Opgenomen worden artikelen op het gebied van de elektronica en van de telecommunicatie.

Auteurs die publicatie van hun wetenschappelijk werk in het tijdschrift wensen, wordt verzocht in een vroeg stadium contact op te nemen met de voorzitter van de redactiecommissie.

De abonnementsprijs van het tijdschrift bedraagt *f* 60,–. Aan leden wordt het tijdschrift kosteloos toegestuurd.

Tarieven en verdere inlichtingen over advertenties worden op aanvrage verstrekt door de voorzitter van de redactiecommissie.

REDACTIECOMMISSIE

ONDERWIJSCOMMISSIE

STANDARDISATION OF RFID SYSTEMS FOR AGRICULTURAL APPLICATIONS

F.W.H. Kampers
DLO Technical and Physical Engineering Research Service
P.O. Box 356, 6700 AJ Wageningen, The Netherlands

Abstract

To be able to interchange RFID systems in agricultural applications standardisation is required. An ISO working group is addressing this matter and has already defined the code structure of the information in the transponder. In order to make different systems technically compatible six basic parameters of the standard must be defined: modulation (ASK, FSK or PSK), duplexity (full or half duplex), frequencies, bit encoding (NRZ, Manchester, Puls Ratio, etc.), data structure and bit-rate. At this moment two systems have been proposed for the standard. If these systems can not be combined a decision is anticipated in January 1993.

Introduction

The first application of radio frequency identification (RFID) systems in agriculture is the identification of animals. Animals can be identified electronically with a transmitter/receiver – a so called transponder – in which a code has been programmed. The systems currently available are based on the principle that the transponder is activated by an electro-magnetic field, transmitted by a read-out unit. In passive systems the transponder uses the energy from the electro-magnetic radiation to respond with the code, which is received by the read-out unit. Since the code is unique for every animal it can be used to identify it.

Several manufacturers sell systems for electronic animal identification. Unfortunately they are not yet compatible. Transponders of one make can not be read by read-out units of another make. However, interchangeability is a prerequisite for large scale application of electronic identification. Interchangeability requires an international standard upon which manufacturers can base their systems. The International Standardisation Organisation (ISO) has instituted a working group "Identification" under sub-committee 19, "Agricultural Electronics" to address this matter. Here the present state of affairs will be described. At this moment two systems have been proposed for the standard [1,2].

Code structure

The working group addressed the matter of the structure of the code which is stored in the RFID tag first to make it possible for future users of RFID systems in agricultural applications to already be able to structure databases in compliance with the ISO standard on RFID. The result has been accepted by ISO/TC23/SC19 "Agricultural Electronics" as a Draft International Standard [3].

Usually an RFID transponder contains about 64 bits of identification code. It also contains up to 64 administrative bits – e.g., start and stop bit sequences, error detection and correction information – necessary to ensure correct transfer of the identification code. Since this part is strongly related to the technical concept it will be standardised at a later stage.

The 64 bits of identification code have been programmed in the manufacturing stage and can not be altered under normal conditions. It was decided to store as little information about the animal as possible in the transponder. The transponder only contains a 38 bit "licence plate" with which the information of the animal can be retrieved in the appropriate databases. Since a global database of RFID codes is not feasible in the near future, a 10 bit country code was added to the national identification code. One bit is used to identify the application (animal identification) and one bit is used to allow future systems to chain additional information to the identification code. The remaining 14 bits are reserved for future use. Table 1 summarises the code structure.

Bit no.	Information	Combinations
1	Flag for animal (1) or non-animal (0) application	2
2-15	Reserved code	16384
16	Flag for additional data block (1) or no additional data block (0)	2
17-26	ISO 3166 Numeric country code	1024
27-64	National identification code	274.877.906.944

Table 1: Code structure

The flag for animal or non-animal applications allows the code structure to be recognised electronically. However it necessitates that future standards on electronic identification in other fields of application will adhere to this convention. It is a national responsibility to ensure the uniqueness of the national identification code. If necessary number series can be allocated to species and/or manufacturers, but this will not be standardised. Ideally every country should maintain a central database in which all issued codes are stored together with a reference to the database where the information of the associated animal can be retrieved.

Technical concept

More critical to the interchangeability of systems is the way in which the information stored in the transponder is transferred to the reading device. In RFID systems six basic choices must be made: how the information is superimposed on the carrier wave (modulation); the timing of the activation and response (duplexity); at which frequencies activation and response takes place; how the binary information is coded into a modulation pattern; which the administrative bit sequences will be applied (data structure) and how fast the information is transferred (bit-rate) .

Modulation

Transmission of digital information requires that the information is coded into electro-magnetic radiation. Three parameters of the radiation: ampli-

tude, frequency and phase can be used to code the information into.

In the case of amplitude modulation the information is coded into patterns of high and low amplitude. In digital information communication amplitude modulation is usually called amplitude shift keying (ASK). An ASK signal is a concatenation of small blocks of a periodic signal with a well defined frequency and a high or low amplitude. Figure 1[a] shows an ASK signal.

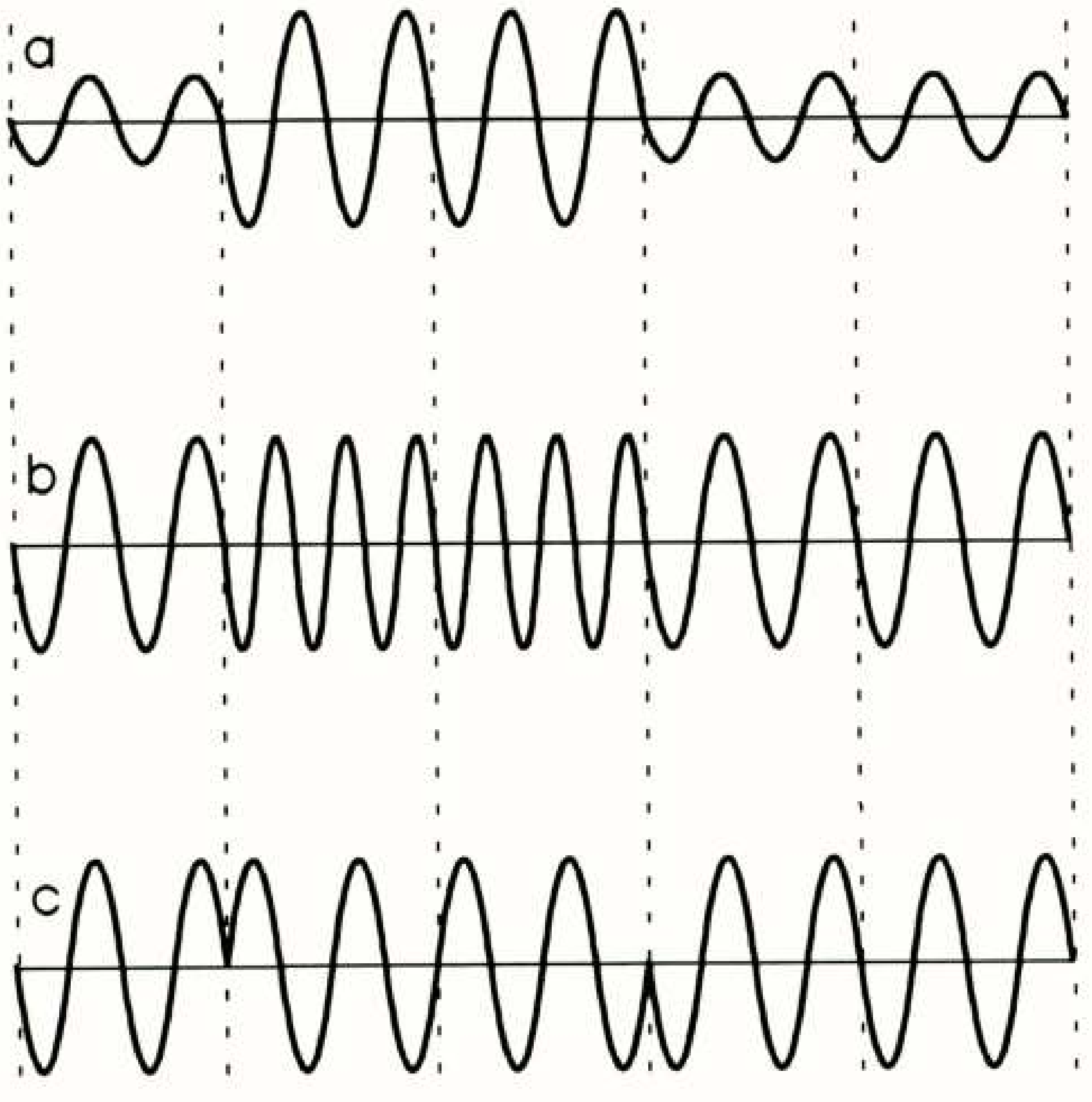


Figure 1 Examples of an ASK (a), FSK (b) and PSK (c) modulated signal.

The frequency of a carrier signal can also be modulated to code binary information into it. In that case the signal can be seen as a concatenation of signal blocks with two different frequencies (fig 1[b]). In digital information transfer this is called frequency shift keying (FSK). The FSK signal can also be seen as a superposition of two ASK signals at different frequencies that complement each other. (FSK is sometimes called double ASK.) In fact this means that the information is coded twice into an FSK signal and more information is available to restore the original data.

The phase of a signal can be seen as the position of the negative-to-positive transitions of the signal along the time axis. If a signal is phase shifted it is shifted along the time axis. If binary information is coded into the phase of a carrier signal the signal will show discontinuities. This type of coding is called phase shift keying (PSK). In figure 1[c] an example of a PSK signal is given.

Duplexity

Since the transponder has to be be activated the communication between reader and transponder is two way. In analogy of hard wired communication, the term Full Duplex (FDX) is used if both ways of communication are simultaneously available. In Half Duplex (HDX) systems the response of the transponder must wait for the activation to stop.

Especially in passive systems the difference between full and half duplex systems is fundamental. Passive systems extract the energy to operate the transponder from the activation signal. In full duplex operation energy is supplied while the transponder transmits its message. In half duplex operation no energy supplying field is available while the transponder performs its most energy consuming activity: transmitting its code. The energy must have been stored during activation. Usually a capacitor is used for this purpose. Moreover since the activation field is absent the transponder can not make use of this field to clock its circuitry and to derive the transmission frequency. An internal oscillator must be available in the transponder. Another complication of half duplex communication is the necessity to synchronise near by read-out units.

Full duplex communication can be achieved in two ways. Separate frequency channels can be used for activation and response. Unfortunately there is only little room available in a transponder and only one antenna can be incorporated. This means that both channels have to use the same antenna, which in turn will not be optimised for at least one frequency. Consequently energy transfer form the activation field to the transponder or from the transponder to the response field is not optimal. A second way is to use ASK modulation which predominantly is present in spectral side-lobes near the activation peak. In the receiver circuit the strong activation signal can be suppressed, yielding a PSK signal.

Frequency

PTT regulations have assigned only a limited part of the electro-magnetic spectrum to this type of communication. Many other radio communication and localisation systems use frequencies in this band. The choice of the activation frequency must be made taking all these applications all over the world into account. In practice the activation frequency must be in-between 110 kHz and 135 kHz. At higher frequencies the conversion from electromagnetic energy to electric energy in the antenna is better.

Because of the weakness of the response signal this frequency, or frequencies in the FSK case, is not restricted to a certain frequency band. However, its weakness makes it more susceptible to distortion by other strong radio sources. Usually the response frequencies are derived from the activation frequency.

Bit Encoding

Digital data is transferred as modulation patterns. A logical **1** is coded differently as a logical **0**. The most simple way to do this is to assign one state of the modulated parameter to a **1**, and the complementary one to a **0**. In the case of ASK modulation, this would mean: high amplitude corresponds to **1**, low amplitude corresponds to **0** (Non Return to Zero, NRZ) (fig. 2[a]). The problem with this method is that a series of equal bits will be coded into a period of high or low signal. If the clocking of bits is not linked to the transmission frequency the clocking of the bits at the receiver could go out of pace with the clocking at the transmitter end. Errors could be introduced because of lost or added bits. Furthermore in certain passive ASK systems a series of consecutive zeros results in problems in the powering of the transponder.

There are more sophisticated coding schemes that overcome these disadvantages. In Manchester coding a bit is coded into a signal transition. For instance a mid-block low to high transition means logical **1**, a high to low transition means **0**. If two consecutive bits are the same a transition at the start of the second block is necessary (fig. 2[b]). Such a coding scheme is self clocking: every bit is associated with at least one transition. Unfortunately, apart from extra circuitry that is required to realise Manchester encoding, also the receiver bandwidth required is twice the bandwidth required for correct reception of an NRZ encoded signal.

Another self clocking scheme is pulse ratio encoding. In this case **0** is coded into a low to high (or high to low) transition at the beginning of the block period (e.g. 1/3) and a **1** into a low to high (or high to low) transition

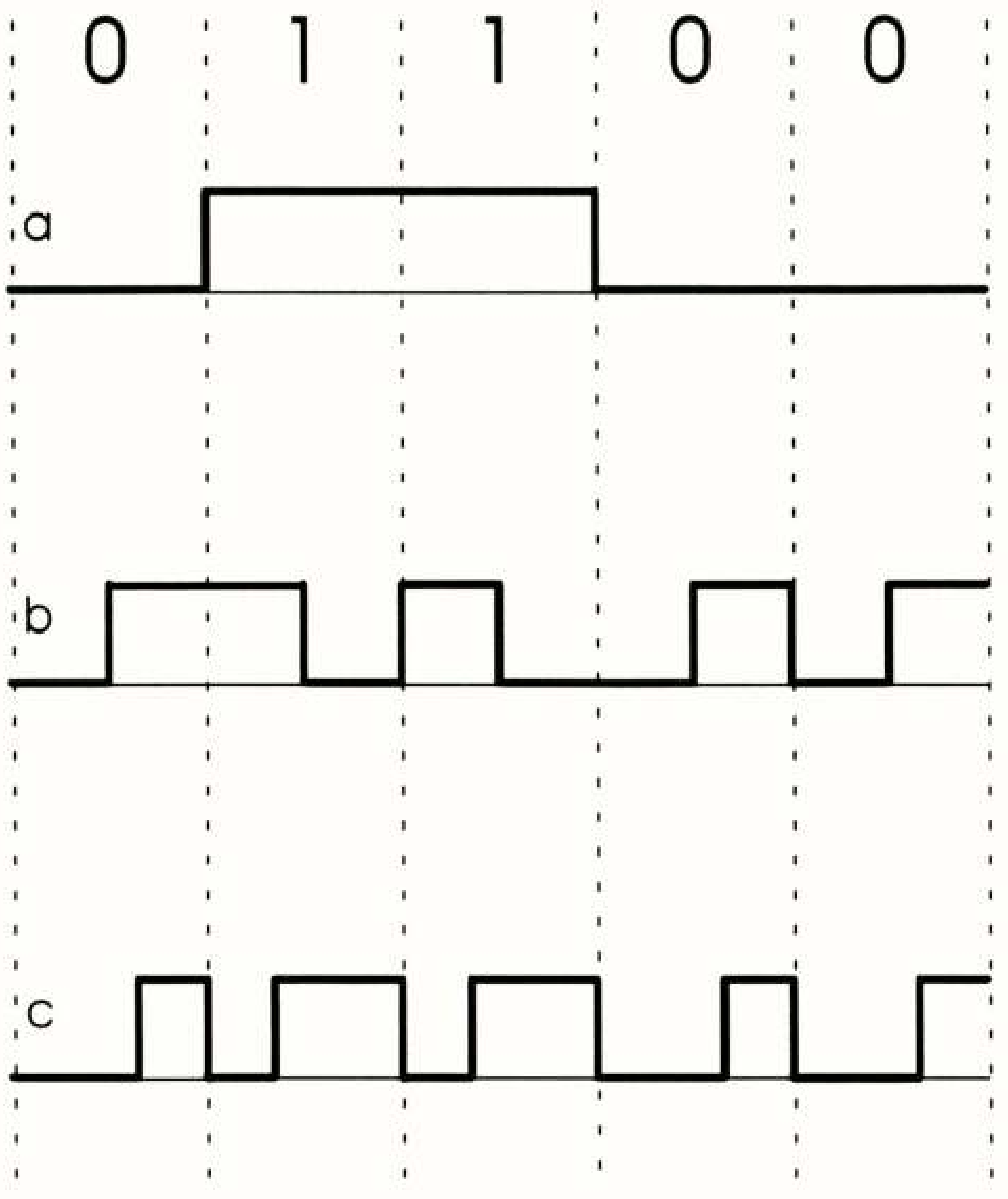


Figure 2 Three examples of different encoding methods: Non Return to Zero (a), Manchester (b) and Puls Ratio (c).

at the end (e.g. 2/3) of the block period. At block boundaries the transition to the original state is made (fig. 2[c]). By using more than two ratios it is even possible to code more bits into one signal block.

Several other methods of encoding have been proposed, all with specific advantages and disadvantages.

Data structure

Upon activation the transponder will start transmitting its data. The data will consist of a number of bits. Although the read-out unit has been able to activate the transponder it need not be true that the message from the transponder is received correctly. Parts of it may be mutilated by interference or the signal to noise ratio may be too low to correctly decode the message. The read-out unit must therefore be told which part of the message is the beginning and which part is the end, or how long the message will be.

All communication, but especially radio communication, is susceptible to interference. It can never be excluded that the message which was transmitted is not the same as the message that was received. Interference may cause bit patterns to be changed, distortion may result in loss of bits. It is therefore good practice to include a check in the message to be able to detect errors. Different error detection protocols have different reliability's. With some systems it is even possible to correct errors that have occurred.

The degree of sophistication of the error detection/correction method is determined by the vulnerability of the system to interference. Too much sophistication makes the system inefficient since too much redundancy is communicated; too little sophistication makes it unreliable.

As long as it is agreed upon between transmitter and receiver how the meaning of bits is related to their position in the message the individual bits can be sequenced in any order.

Bit-rate

Digital data is usually transferred bit by bit. The number of bits transmitted per second is called the bit-rate. The time to transfer a certain amount of data is determined by the bit-rate. In practice there is very little time to transfer the data. To make a system applicable in practice the read time of a transponder should not exceed 100 ms. In the case of HDX systems even less time is available to transfer the data. Therefore high bit-rates are required.

The baud-rate is defined as the number of signal transitions per second. The consequence of a high baud-rate is a larger receiver bandwidth which reduces the signal to noise ratio. The baud-rate should therefore be low. Usually a bit is associated with one signal transition and the bit-rate equals the baud-rate. However, it is possible to code more bits into one signal transition.

Present state of affairs

At this moment the Draft International Standard on the code structure is voted on by the members of ISO. It is to be expected that it will be a standard in the course of 1993.

The working group has been struggling with the technical concept for one year now. The number of independent systems has been reduced to two [1,2]. In the meeting of September 21/22, 1992 in Milton Keynes (UK) both proposals will be demonstrated. It is anticipated that a decision will be made in the meeting of January, 1993 in the US.

After the decision has been made the text of the proposal will be drawn up. ISO/TC23/SC19 has a dead-line of October 1, 1993 for proposals to be submitted to the Sub-Committee meeting of February, 1994. In this time schedule – the fastest possible – the technical concept may be accepted as a Draft International Standard by February, 1994.

References

1. "Combined FDX/HDX RF-ID System" by Destron/IDI and Texas Instruments; 1992.
2. "Proposed ISO Standard RFID System for use in Agriculture"; bij AEG, Datamars, NEDAP and Trovan; 1992.
3. ISO/DIS 11784 – Agricultural equipment – Animal identification – Code structure; March 1992.

Voordracht gehouden tijdens de 403e werkvergadering.



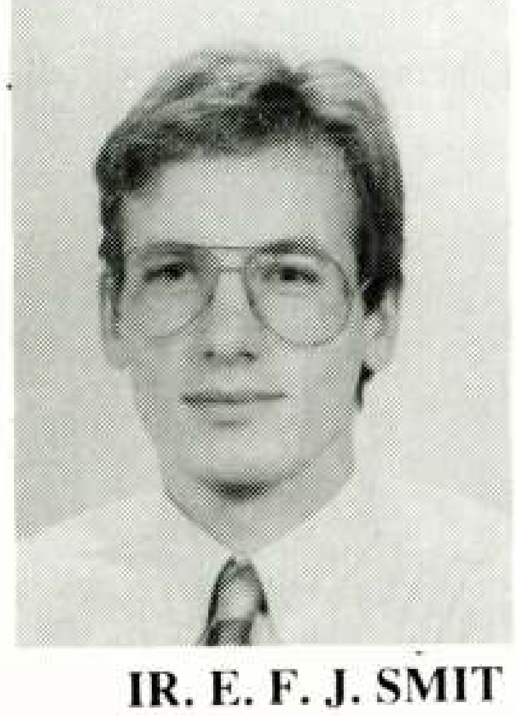
DR. IR. F. W. H. KAMPERS,



MASSINK



J. H. L. HOGENESCH



IR. E. F. J. SMIT

NEDERLANDS ELEKTRONICA- EN RADIOGENOOTSCHAP
403e werkvergadering

UITNODIGING voor de lezingenmiddag van het NERG op woensdag 2 september 1992 bij de Dienst Landbouwkundig Onderzoek, Bornsesteeg 53, 6708 PD Wageningen.

THEMA: RADIO-IDENTIFICATIE

PROGRAMMA:

14.00 - 14.15 uur: Ontvangst en koffie

14.15 - 14.50 uur: Radio-identificatie en standaardisatie
DR. IR. F. W. H. KAMPERS, Stichting Technische en Fysische Dienst voor de Landbouw

14.50 - 15.25 uur: Applicaties van radio-identificatie
MASSINK, Texas Instruments

15.25 - 16.00 uur: Techniek en toepassingen van radio identificatie
J. H. L. HOGENESCH, NEDAP NV

16.00 - 16.30 uur: Pauze

16.30 - 17.05 uur: "Key Label Method: gebruik van RF-techniek binnen de luchtvaart
P. E. SLUITER, KLM Cargo

17.05 - 17.40 uur: Radioherkenning volgens de DESTRON-technologie
DRS. R. H. A. GEERTS, SIS

17.40 - 18.15 uur: Radiolabels bij PTT Post: implicaties voor spectrumgebruik
IR. E. F. J. SMIT, PTT Research

18.15 uur: Sluiting.

Aanmelding voor deze dag dient te geschieden vóór 26 augustus aanstaande door middel van de aangehechte kaart, gefrankeerd met een postzegel van 60 cent.

Het aantal deelnemers is beperkt tot 100. Tijdstip van ontvangst van aanmelding is beslissend voor deelname. Als blijkt dat u wegens overtekening niet kunt deelnemen, ontvangt u hierover van ons bericht.

Leden van NERG en studenten hebben gratis toegang. De kosten van deelname voor niet-leden bedragen ƒ 15,00. Betalingen dienen vóór 26 augustus te zijn ontvangen op girorekening 94746 t.n.v. Penningmeester NERG, Postbus 39, 2260 AA Leidschendam.

Rotterdam, juli 1992.

Namens het NERG,
Ir. P. R. J. M. Smits, programmacommissaris
tel. 070 - 3325112 (administratie NERG)

TIRIS - TEXAS INSTRUMENTS REGISTRATION AND IDENTIFICATION SYSTEM

APPLICATIONS OF RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION

Herman T. Massink
Marketing Director Tiris
Texas Instruments Holland Bv

A LITTLE INNOVATION THAT GOES A LONG WAY

Overview

Texas Instruments Registration and Identification System (TIRIS) is a highly reliable way to electronically detect, control and track a variety of items. Because of its size/read distance ratio, TIRIS marks a breakthrough for automatic ID applications from animal identifications, production and warehouse management to vehicle and personnel identification for access control.

How it works

TIRIS is a radio frequency identification (RFID) system that uses FM transmission techniques. The core of the system is a battery-free, low frequency transponder attached to or embedded in an object. A reader sends an energy burst to the transponder via an antenna at a frequency of 134.2 kHz.

This signal charges up the passive transponder in a matter of milliseconds. The transponder returns a signal that carries data. The total read cycle lasts less than 100 milliseconds, allowing up to 10 readings per second.

The data collected from the transponder can either be sent directly to a host computer or programmable logic controller (PLC) through standard interfaces, or it can be stored in a portable reader and later uploaded to the computer for data processing.

TIRIS transponders are available in read only and read/write versions, and come in a variety of sizes and shapes that differ in read range performance. All TIRIS products are compatible with one another.

RFID systems overcome the limitations of other automatic identification approaches because they do not require line-of-sight between the transponder and the reader. This means that they work effectively in environments with excessive dirt, dust, moisture, and poor visibility.

In addition, because TIRIS works at a low frequency, the system can read through most nonmetallic materials.

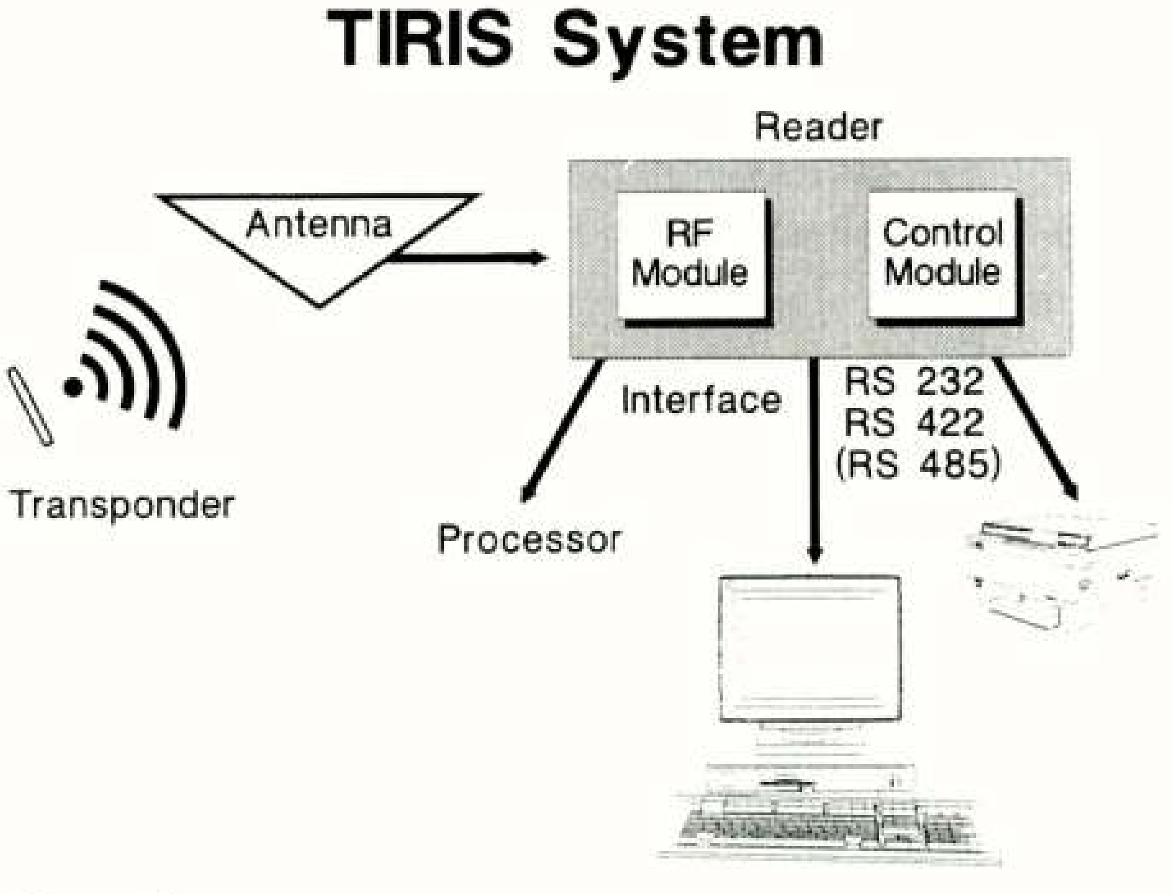


Figure 1

Advantages through innovation

Due to its advanced design TIRIS can achieve long reading ranges at extremely low field strength levels, less than 1 amp/m. This enables TIRIS to work efficiently within the limitations of country-specific P.T.T. regulations.

Error-checking for accuracy

TIRIS has an error-checking feature called CRC (Cyclic Redundancy Check). This feature ensures that only correct ID codes will be read by the system.

Synchronization for reliability

Since the system operates in a power burst mode, and not by sending out a continuous signal, it is possible for a reader to sense other TIRIS signals in the vicinity, and synchronize its own signals to avoid interference. This allows up to 10 TIRIS readers to operate in close proximity without affecting the readout range as opposed to many RF systems that require a minimum spacing of up to 10 meters. This reader synchronization is a standard feature of the TIRIS system.

Transponder Family

The TIRIS line of transponders offers read ranges between 50 and 200 centimeters. The glass Capsule Series is a small transponder that can be attached to or embedded in objects - totally hidden and still be read. Since it has no battery, the transponder can be built in during the manufacturing process, and continue to electronically identify an object for its lifetime. The Vehicle and Container Series includes larger, more rugged transponders that withstand harsh outdoor environments. The ID Card Series is in the shape of a credit card to be made into access badges or attached to objects where a low profile is required.

TIRIS is currently used in several applications world wide, of which a selection is described in this article.

AUTOMATIC ANIMAL IDENTIFICATION IN SWINE BREEDING

The customer

Considered one of the foremost swine breeding organizations in the world, Nederlands Varkensstamboek (NVS) is headquartered in Nijmegen, Holland. Farmers nationwide look to this breeding cooperative to develop and provide high-quality breeding pigs for improved piglet and meat production. NVS supplies 60% of the breeding stock to the domestic market. The goals of NVS are to provide farmers with productive animals, and to guarantee qualitatively better classifications of meat to end customers through precise tracking of breeding and production history.

The problem

There are several trends in Europe that are forcing the swine industry to continually make improvements in the productive output of each pig, and to lower overall costs. First, due to tightened environmental regulations, the

industry cannot continue to increase the total number of animals in order to increase output. They must increase meat volume and revenue by improving quality. Second, with the emerging 1992 single market policy in Europe, competition is increasing for each industry participant while a closer connection is building among pig production across the whole of Europe. Third, the supermarkets continue to demand a constant supply of better quality brands of meat.

Improving quality in breeding requires massive amounts of data for statistical analyses. "Breeding is selecting in a timely fashion," says NVS.

In the past, this data was collected by first identifying each pig with an ear tattoo and tag and then writing down the weight at each weighing. This information was typed into the computer along with the pig's ID number.

Reading tattoo codes becomes increasingly difficult and time-consuming as the pig matures because the numbers change shape with the growing ear.

"When we heard about TIRIS, we consider it a potential technology to help us solve our problems," says an NVS-spokesman.

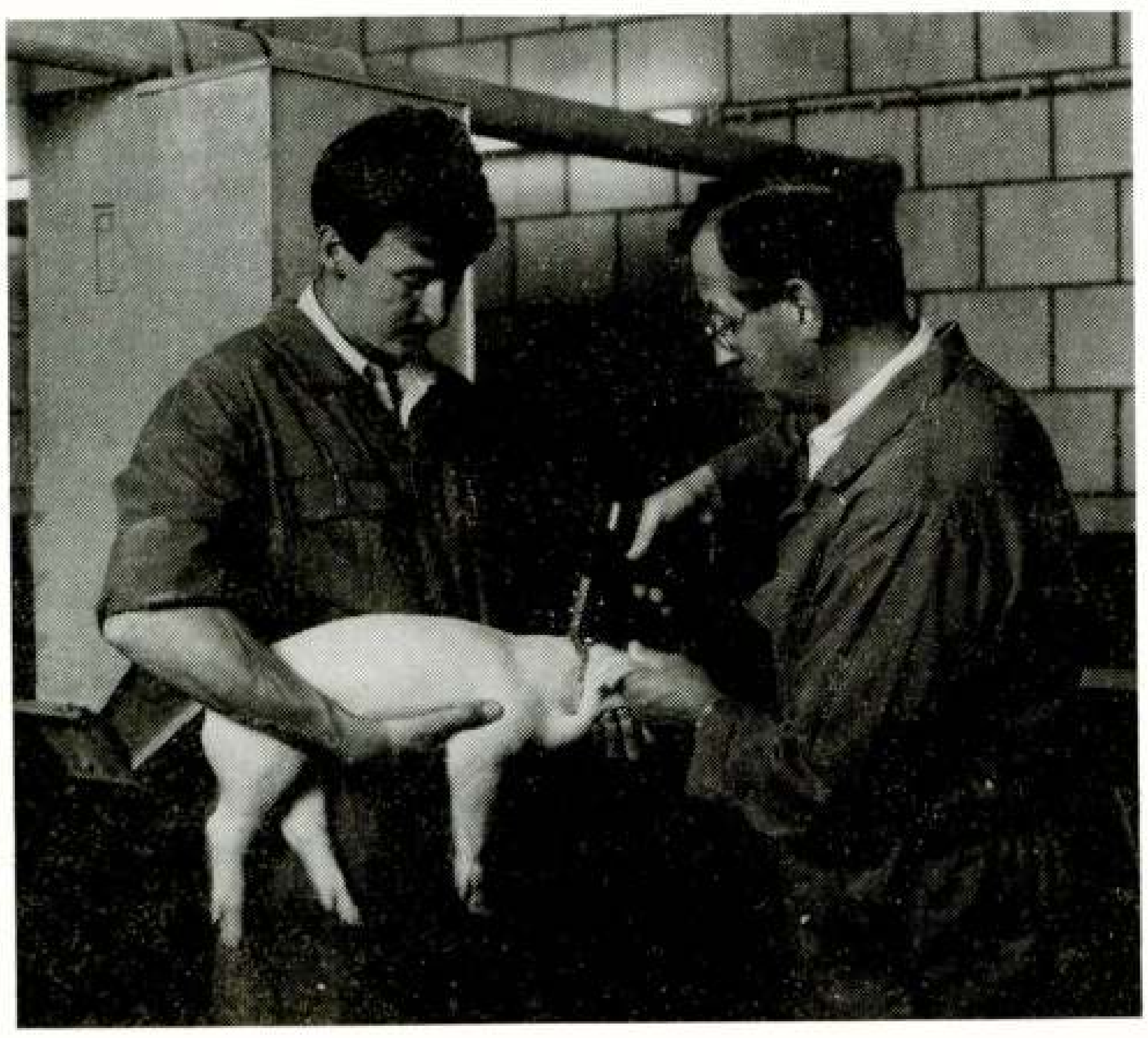


Figure 2

The solution

In 1990, NVS began experimenting with automatic identification of animals when they injected 2000 TIRIS transponders into weaned piglets at the farm in Beilen. During the field test, they ran the tattoo/tag system in parallel with the TIRIS system. A stationary reader was mounted on the weigh scale for piglets and on the fattened-pig weigh scale for finished pigs.

A handheld reader was used to check the ID number at the time of injection and to identify the animal any time it was treated for an illness of left the system through death.

The abattoir Gebr. Jansen b.v. participated with NVS on the test. The value of automatic data collection is increased by tracking the pig into and through the slaughter process about 5 months after weaning. This added information about carcass weight, meat classification, and percentage of lean meat can be fed back to NVS to provide more detail for analysis.

The weigh scales are computerized, and contain memory that stores up to 500 weight readings. The data from the weigh scales is collected in a local desktop computer running Geraerts Fatteners Software under MS-DOS. The data is processed into monitor-reports and interim results.

In the future, NVS anticipates collecting data even more efficiently using the TIRIS Programmable Handheld Reader (PHR) that allows someone to key in data through a keypad while the PHR reads the ID of the animal.

At the slaughterhouse, the TIRIS system automatically reads the pig's ID number and marries it to information about weight, classification type, lean meat content, and veterinary data. This information is returned to the farm manager by diskette where it helps him to understand the true productive output of each animal.

TIRIS also helps automate other processes within the slaughterhouse like carcass tracking and sorting.

Block Diagram of System

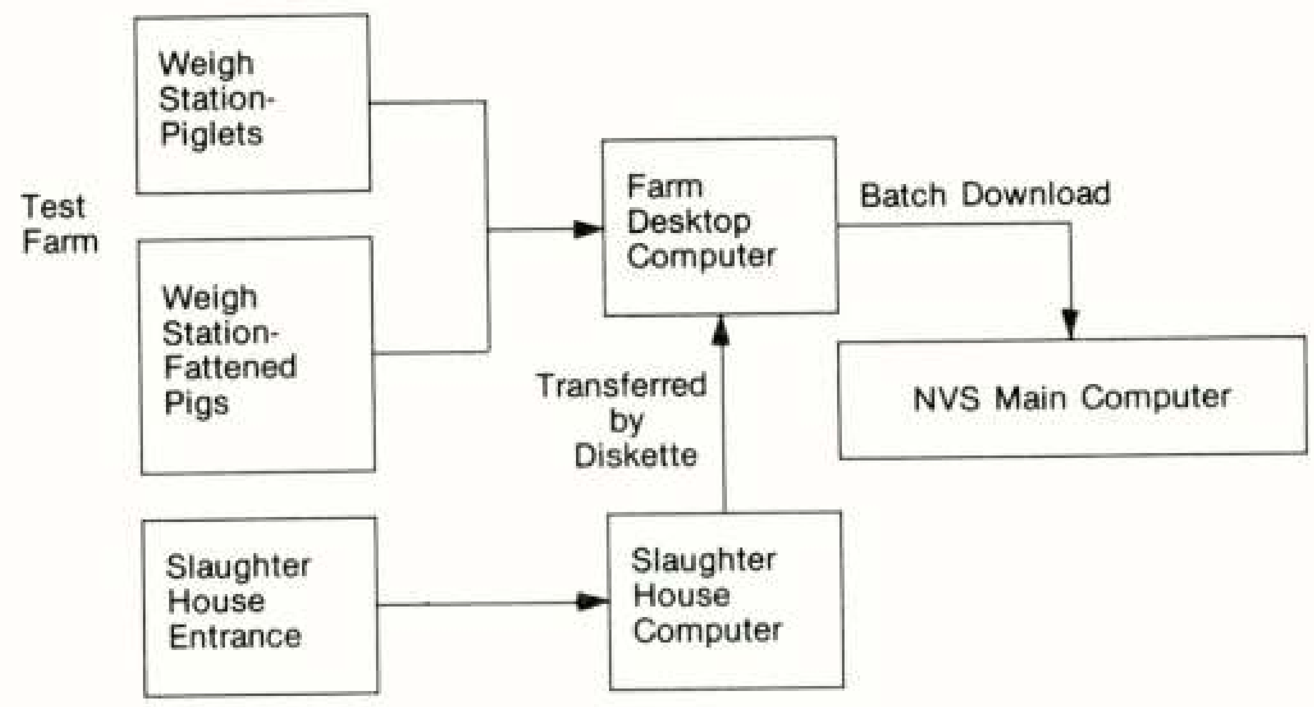


Figure 3

The benefits

NVS says "In the research units, the TIRIS system means a large improvement in collecting data. We need less labor than when we were reading ear tattoos."

It quickly became clear that injecting transponders is easier and faster than tattooing, and that simultaneously weighing the pigs automatically reading the ID number saves time.

The greatest benefit of TIRIS automatic identification can be derived by tracking animals throughout the entire production cycle from weaning through the slaughter house process as a total integrated quality control system.

WASTE MANAGEMENT, AUTOMATIC REFUSE CONTAINER (DUSTBIN) IDENTIFICATION

The customer

Otto Lift-Systeme GmbH with headquarters in Germany is a subsidiary of the global wide Otto Corporation, who are considered a preeminent leader in many areas of the environmental protection and waste management industry. The company's main business are public waste disposal, consulting services in environmental protection, production of storage and transport containers, and recycling.

The problem

In the past, a standard price based on the size of the container was charged for waste collection to each household in the community. The same general fee for the same container was paid by an elderly couple as by a large family with lots of children. In line with their mission, Otto sought methods to better manage waste collection and encourage citizens to reduce the waste that they generate.



Figure 4

The solution

They actually offer two different choices to a community. The community can select a system that individually weighs and records the amount of waste for each household's container (identify and weight), or a system in which a citizen only puts the container out for pickup when it is full (identification only). Collection trucks visit each neighborhood once a week. The system that weighs containers individually uses TIRIS transponders as the method to identify each container with a unique number that is associated with a specific customer in the central database. A transponder is mounted on the front of the container. The following diagram describes how this system works.

When a container is picked up and placed on the liftarm on the back of the truck, the transponder is automatically read by a ferrite stick antenna that is mounted on the liftarm. The unique ID number is stored in the reader. At the same time, the gross weight of the container is recorded. Once the container empties, it is weighed again. The difference between the two weights is calculated and recorded.

All of this data goes to an onboard computer located in the driver's cabin of the truck. A printout is also made as a backup security measure at the time of each collection. After the truck has made its full day's round, it returns to a central location where the driver removes a memory card from the onboard computer and inserts it into the central computer at headquarters. This method of transferring the data from the truck to the central database insures that none of the data can be tampered with. The central computer processes individual customer billings based upon the amount of waste each household produces.

The central computer is connected to the municipality computer that allows community management to monitor the system.

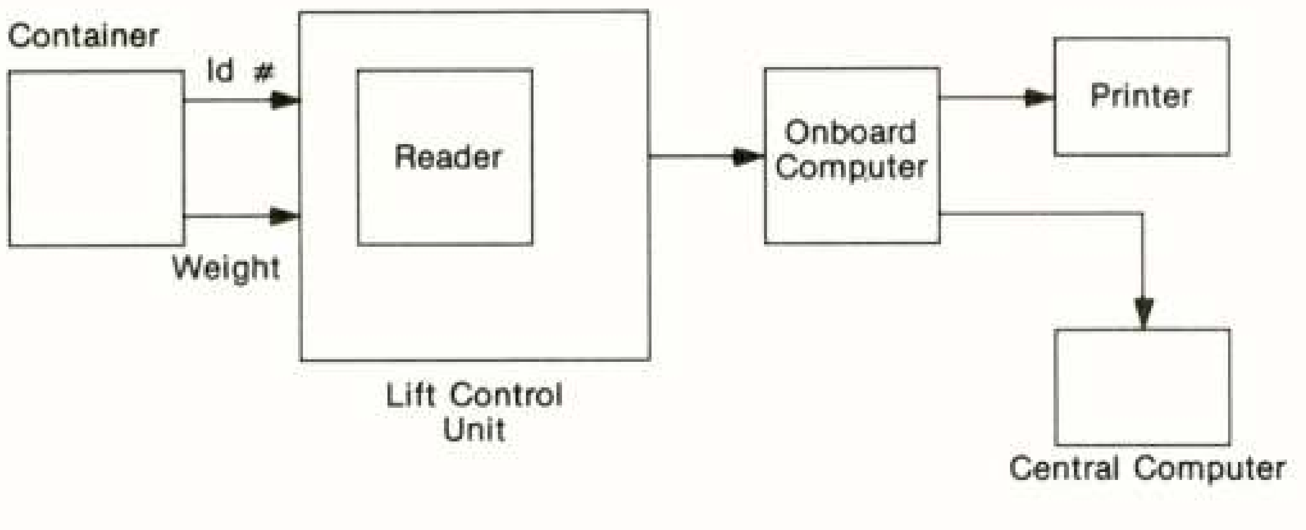


Figure 5

The benefits

This system achieves the goal of encouraging households to reduce their waste in line with the overall aim of avoiding waste instead of optimizing the destruction of garbage. It has the added side effects of motivating citizens to sort their waste and deposit such things as glass in the public collection site, and to realize a cost savings on the amount they pay for waste collection/destruction.

The environmental characteristics of this application are a good match for the TIRIS radio frequency system. The tags and reading equipment are exposed to extremes in temperature, moisture, and dirt yet the tags continue to read reliably. Other methods of automatic identification, such as bar coding, would have a difficult time meeting these requirements.

FLEET MANAGEMENT, AUTOMATIC VEHICLE IDENTIFICATION IN FUEL DISPENSING

The customer

A subsidiary of Super Valu, West Coast Grocery a retail grocery supplier located in Salem, OR, USA, maintains a large fleet of trucks. Managing the operating costs of these vehicles is critical to profitability.

The problem

West Coast's transportation manager oversees 85 drivers, 48 tractors, 115 trailers and one refueling station. "Drivers are responsible for fueling their own rigs and it is absolutely vital that we capture the mileage and the amount of fuel if we are to manage costs effectively."

Past procedures were inaccurate. Drivers would fill their tanks (often from more than one pump) and manually record the mileage, truck I.D. and total amount of fuel dispensed. Correct recording of this information was vital to the company's ability to manage the fleet's operating costs, including maintenance schedules, performance statistics and future vehicle purchases. When an incorrect entry was finally discovered, it resulted in many unproductive man hours reconstructing the event and adjusting facts and figures to mesh with the new numbers.

The solution

The answer was an automatic, refueling system - with TIRIS. Here's how it works: The transportation manager had been considering radio frequency identification (RFID) as a solution to fleet management problems. National Business Control Systems (NBCS), a supplier of automated fueling systems using the I.D. card method, recently completed development of an innovative system using Texas Instruments Registration and Identification System (TIRIS).

TIRIS allows this system to automatically link an individual vehicle to both the keyed-in odometer reading and the amount of fuel dispensed. This is accomplished by affixing a TIRIS tag near the opening of the fuel tank, with a tag reader located at the end of the pump nozzle.

When the driver inserts the pump nozzle into the fuel tank the TIRIS tag starts transmitting its unique identification-number to the tag reader at the rate of 8 - 10 times per second as long as the pump nozzle (tag reader) is fixed in the fuel tank. When the tank is full the system records the amount of fuel dispensed and automatically shuts down. Once West Coast's management was convinced that it was time to seek a cost/performance effective solution, NBCS had the Fuel Manager System with TIRIS, on-line in just two days.



Figure 6

The benefits

The automated Fuel Manager system has already resulted in improvements - in driver uptime and information management utility. Fuel data is now captured automatically for each vehicle. Because there are no more administrative tasks, drivers are refueling in half the time. They simply key in the odometer reading to start the pumps. Once the tank is full, they're back on the road.

The above describes a selected number of applications that are served well by TIRIS, information about other TIRIS applications and specifications can be obtained through Texas Instruments Holland BV, TIRIS department, Kolthofsingel 8, 7600 AA Almelo, Tel.: 05490-79555.

Voordracht gehouden tijdens de 403e werkvergadering.

Techniek en Toepassingen van Radio-identificatie

Ing. J.H.L. Hogen Esch
Nedap N.V. Groenlo

INHOUD

1. Bedrijfsprofiel Nedap N.V. te Groenlo

Nedap:

- onderzoekt, ontwerpt, ontwikkelt, fabriceert, verkoopt en installeert.
- is deskundig op het gebied van electronica, software, metaalbewerking en kunststofverwerking, fabricage- en gereedschaptechniek.
- is fabrikant van fijnmechanische en electronische apparatuur.
- produceert in grote en kleine series en levert ook massaproduktie.
- is opgericht in 1929 in Amsterdam en is genoteerd aan de Amsterdamse effectenbeurs.
- heeft circa 420 medewerkers, waarvan circa 65 medewerkers in de ontwikkelingsafdeling.
- heeft eigen verkooporganisaties in NL/D/AU/CH/GB/USA en verkoopt verder via een dealernetwerk.
- had in 1991 een omzet ca. 100 miljoen gulden, waarvan ca. 2/3 deel in radio-identificatiesystemen.

Produkten:

- Artikelbewaking EAS:
  Systemen die worden ingezet om winkeldiefstal terug te dringen in modehuizen, warenhuizen, boetieks enz.
- Veecodemanagement VC:
  Systemen die de houder van koeien, varkens, schapen en geiten ondersteunen bij een efficiënte bedrijfsvoering, zonder dat dit ten koste gaat van de diervriendelijkheid.
- Levensnummers NLS:
  Op afstand uitleesbare produkten ter identificatie en registratie van dieren. Diervriendelijk en gemakkelijk toepasbaar.
- Toegangsbeheer XS/N-trance:
  Beheer en beveiliging van toegangen onder handhaving van het gebruiksgemak.
- SKI CARD:
  Een kaartuitgiftesysteem om de toegang tot skiliften automatisch te regelen en de administratieve handelingen te automatiseren.
- Logistiek GIS:
  Systemen voornamelijk ingezet bij industriële transportprocessen, waar door vuil, hitte of afstand, andere systemen problemen opleveren bij automatische identificatie.
- Toelevering:
  Produkten ontwikkeld volgens klantenspecificaties.
  Electronisch schakelende voedingen voor diverse toepassingen; aansluitmateriaal voor telecommunicatie en besturingsunits.
- Verkiezingssystemen:
  Systemen die verband houden met het automatiseren van verkiezingen.

2. Radio-identificatie

Radio-identificatie wordt behalve bij de sectoren toelevering en verkiezingssystemen toegepast in alle overige produktgroepen.

Sinds 1973 houdt Nedap zich bezig met radio-identificatie. Onderscheid is te maken tussen de systemen die alleen de aanwezigheid registreren van een label en systemen die een individueel label kunnen identificeren aan de hand van overgedragen gecodeerde informatie.

3. Artikelbewakingssystemen

Tot systemen die alleen de aanwezigheid van een label registreren behoren de artikelbewakingssystemen. Nedap N.V. ontwikkelt en produceert een aantal verschillende systemen, waaronder:

- Absorptie systemen
- Transmissie systemen
- Electromagnetische systemen.

Absorptie systemen:

Kenmerkend voor deze systemen is, dat de gecombineerde zend/ontvang-antenne is ondergebracht in één enkele zuil. Een doorgang wordt dan gevormd door twee of meerdere identieke zuilen.

Als label wordt gebruik gemaakt van een afgestemde kring bestaande uit een spoel en een condensator, ondergebracht in een kunststof behuizing en voorzien van een bevestigingsmechanisme.

De werkfrequenties voor deze systemen liggen op 1,8 MHz of 8,2 MHz.

Behalve labels voorzien van een spoel en een condensator wordt ook gebruik gemaakt van labels in de vorm van geëtste etiketten. Hierbij wordt een gelamineerde Al-PE-Al folie zodanig geëtst, dat een afgestemde kring in de vorm van een spoel en een condensator ontstaat met een resonantiefrequentie van 8,2 MHz.

Vanwege de tolerantie op de resonantiefrequentie van de labels en voor de detectie van de LC-kring in de labels wordt in de zender een frequentie modulatie toegepast met een sweep van 300 kHz pp voor een 1,8 MHz systeem of 1400 kHz voor een 8,2 MHz systeem met een sweepfrequentie van ca. 140 Hz.

Door de selectieve energieabsorptie door het label wordt de energieinhoud

van de zendketen en daarmee de spanning over de zendspoel gemoduleerd. Met behulp van een omhullende detector ontstaat een puls in de vorm van de resonantiecurve van de afgestemde kring van het label.
Deze pulsvorm is bekend en kan daarom worden vergeleken met de bekende vorm. Deze vergelijking vindt plaats met behulp van een digitale signaal processor. Via menging en filtering worden stoorsignalen die niet van een label afkomstig zijn onderdrukt.

Transmissiesystemen:
Bij de transmissiesystemen zijn de zendantenne en de ontvangantenne gescheiden en eveneens ondergebracht in gescheiden zuilen.
Het ontvangstsignaal zal daarom ook grotendeels bepaald worden door het door het label in de ontvangstspoel geïnduceerde veld, dat 90 graden in fase voorloopt op het door de zendantenne in de ontvangstspoel geïnduceerde veld.
Door toepassing van het directe conversie principe in de ontvanger, is het onderdrukken van het direct doorgekoppelde zendsignaal erg eenvoudig geworden (wegfilteren van een DC-signaal).
Hierdoor ontstaat een grotere gevoeligheid. Door voor de ontvangantenne de 8-vorm te kiezen wordt tevens bereikt, dat storende radiosignalen worden onderdrukt. Detectie van het labelsignaal kan synchroon geschieden.
Evenals bij het absorptiesysteem wordt op het zendsignaal van 1,8 MHz of 8,2 MHz frequentiemodulatie toegepast met een sweep van 1400 kHz pp met een sweepfrequentie van 140 Hz. Dit mede om de produktietoleraties van de labels op te vangen. Door toepassing van de 8-vorm voor de zendantenne wordt de stoorstraling op afstand geminimaliseerd en kan typegoedkeuring worden verkregen.

Electromagnetische systemen:
Deze benaming is enigszins verwarrend, doch bedoeld worden systemen, waarbij het label niet bestaat uit een afgestemde kring in de vorm van een spoel en een condensator, maar in plaats daarvan uit een stukje amorf metaal met zeer specifieke magnetische eigenschappen.
In tegenstelling tot de absorptie- en de transmissiesystemen, waarbij magnetische veldsterkten van ca. 100 mA/m in de antenne worden toegepast, zijn de magnetische veldsterkten bij de electromagnetische systemen veel groter, tot wel 1000 A/m in de antenne. Desondanks kunnen hiermee binnen de toegestane energienormen geringere afstanden worden overbrugd.
Het periodieke pulsvormige magnetische veld met een frequentie tot ca. 4 kHz veroorzaakt een magnetisatie in het label. Deze magnetisatie veroorzaakt een demagnetiserend veld, die van de vorm van het label afhangt. De magnetisatie is dus het gevolg van het aangelegde H-veld minus het ontmagnetiserende veld.
Het detecteerbare signaal ontstaat doordat door magnetische verzadiging het ontmagnetiserende veld begrensd wordt, waardoor hogere harmonischen van het zendveld gegenereerd worden, die met behulp van een ontvangspoel kunnen worden opgepikt.
De amplitude van dit signaal is evenredig met de helling van de effectieve MH-kromme.
Door parallel aan het draadje in het label een draadje aan te brengen van een hard magnetisch materiaal kan door magnetisatie van dit hard magnetische materiaal met behulp van een magneet worden bereikt, dat het amorfe materiaal continue in verzadiging is, waardoor het label gedeactiveerd is. Reactivatie kan geschieden door het label in een sterk wisselend magneetveld te houden, waardoor de magnetisatie van het hard magnetische materiaal verdwijnt en het label weer actief wordt.

4. Veecodemanagement en levensnummers

In 1976 werden door Nedap N.V. de eerste identificatiesystemen op de markt gebracht, waarbij behalve de aanwezigheid ook het identificatienummer van ieder individueel label kon worden herkend.
Dit systeem werd het eerst toegepast bij de identificatie van koeien ten behoeve van de individuele voerverstrekking.
Nedap N.V. heeft momenteel met meer dan 50% wereldwijd het grootste marktaandeel in deze systemen en vanwege de jarenlange aanwezigheid in deze markt de grootste "installed base".
Labels hebben al naar gelang de diersoort en de toepassing de vorm van halsbandresponders, oormerken, injectaten of hebben gecombineerde funkties waarbij behalve identificatie ook dataoverdracht plaatsvindt.

Werkingsprincipe:
Het identificatiesysteem bestaat uit een zender/ontvanger tesamen met een identificatielabel. De zender zend een continue signaal uit.
Het label ontvangt dit signaal met behulp van een afgestemde kring, en put hieruit de energie voor de voeding van het electronische labelcircuit en via deling een kloksignaal voor het terugzenden van de labelinformatie. De identificatielabels bevatten dus geen batterij en hebben daardoor een zeer lange levensduur.
De draaggolffrequentie van de meeste Nedap identificatiesystemen is 120 kHz, juist boven de frequentieband van het plaatsbepalingssysteem Loran-C, onder de lange golf omroepband en naast sterke lange golf communicatiezenders als o.a. Offenbach en Frankfurt.
Een tweede keuzecriterium voor deze frequentie wordt bepaald door de internationaal toegestane energienivo's in deze band. Voor Nederland is dit 70 mA/m op 1 meter van de zendspoel.
Om een grote afstand te bereiken binnen de toegestane energienivo's wordt, door het al dan niet extra belasten van het resonante circuit in het label, een fasegemoduleerd datasignaal gegenereerd op een subcarrier van 1875 Hz, die via deling is afgeleid van de draaggolf.
Het resultaat is een smalbandig dubbel-zijband retoursignaal met een grote amplitude. Evenals bij de artikelbewakingssystemen kan de ontvanger volgens het absorptie- of volgens het transmissieprincipe funktioneren.
Bij de laatste techniek is ook hier een reduktie van de zenderruis in de ontvanger mogelijk door de betreffende spoelen te ontkoppelen.
Met behulp van een "direct conversion" techniek wordt vanuit beide zijbanden via synchrone detectie het gemoduleerde data signaal terug gewonnen. Door via deze bandfiltering zowel een gebied van ca. 1 kHz rond de draaggolffrequentie van 120 kHz als alles buiten de bandbreedte van ca. 4 kHz te verwijderen ontstaat een zeer geringe beïnvloeding door storende omgevingssignalen en wordt tevens bereikt, dat meerdere in de omgeving opgestelde systemen elkaar niet storen.
Het zenden van een continue zendveld heeft als voordeel, dat relatief een kleine voedingscondensator in het electronische circuit kan worden gebruikt, welke eventueel op de chip geïntegreerd kan worden. Ook met betrekking tot de continue energievoorziening van gekoppelde sensoren heeft deze energieoverdrachtsmethode grote voordelen.

Coderingstechnieken:
Om het identificatienummer, dat in het geheugen van het label is opgeslagen en dat cyclisch wordt overgedragen, aangevuld met een "header" controlebits en eventueel synchronisatiebits over te dragen wordt gebruik gemaakt van verschillende coderingstechnieken.
We onderscheiden de biphase, de Manchester en de delay modulatie of

"Miller" code. Een NRZ-codering (non return to zero) voldoet niet, omdat hierbij de energievoorziening van de chip afhankelijk van de data in gevaar kan komen en omdat de bandbreedte hierbij de draaggolffrequentie kan raken, waardoor deze door bandfiltering niet meer voldoende onderdrukt kan worden.

Bij de biphase codering veroorzaakt een logische "1" een levelshift halverwege het kloksignaal van de bitrate, bij een logische "0" is dit niet het geval. Bovendien vindt altijd een levelshift plaats aan het einde van dit kloksignaal. De bandbreedte van deze codering is gelijk aan de frequentie van de bitrate.

Bij de Manchester codering veroorzaakt een logische "1" een levelshift van hoog naar laag en een logische "0" een levelshift van laag naar hoog eveneens halverwege het kloksignaal van de bitrate.

Indien het uitgangsnivo voor het overdragen van het volgende bit onjuist is, vindt aan het einde van dit kloksignaal eveneens een levelshift plaats. Eveneens als bij de biphase codering is de bandbreedte hier gelijk aan de frequentie van de bitrate.

Bij de delay modulatie of "Miller" code veroorzaakt elke logische "1" een levelshift en elke logische "0" geen levelshift halverwege het kloksignaal van de bitrate. Aan het einde van dit kloksignaal vindt geen levelshift plaats, behalve indien een logische "0" gevolgd wordt door opnieuw een logische "0". Bij deze methode is de bandbreedte gelijk aan de halve frequentie van de bitrate, waardoor dus binnen dezelfde bandbreedte de bitrate verdubbeld kan worden.

Een klein nadeel bij deze methode is, dat bij de detectie de geschiedenis van het vorige bit moet worden meegenomen en dat 3 in plaats van 2 elementlengtes moeten worden onderscheiden hetgeen enige herkenafstand kost.

Identificatie met behulp van deze techniek kan afhankelijk van de toegepaste spoelen in de labels en in de zender/ontvanger kontaktloos plaatsvinden tot ca. 70 cm afstand.

5. Toegangsbeheer

Eveneens in 1976 werden de beheersystemen voor het aan personen verlenen van toegang tot gebouwen door Nedap N.V. op de markt gebracht. Deze XS-systemen en N-trance systemen worden toegepast voor de beveiliging van gebouwen, zoals banken, luchthavens, ministeries, kantoorkomplexen enz. De toegepaste identificatie technieken zijn dezelfde als bovenomschreven.

SKI CARD systemen:

Behalve een centrale dataopslag, waarbij het identificatienummer de verbinding legt tussen de drager van het identificatielabel en informatie betreffende deze drager in de centrale computer wordt ook gebruik gemaakt van decentrale dataopslag of wel opslag van variabele data in de informatiedrager.

Een voorbeeld van een dergelijk systeem is het Nedap SKI CARD systeem, dat is geïnstalleerd in een aantal skigebieden in de Zwitserse alpen. Bij dit systeem wordt alle informatie betreffende geldigheidsduur, soort kaart, geldigheidsgebied en tariefstructuur opgeslagen in de identificatiedrager.

Op deze wijze is geen verbinding noodzakelijk tussen een zender/ontvanger en een centrale computer, doch kan op basis van de informatie in het label worden vastgesteld of de betreffende kaart geldig is voor de betreffende lift. Ook kunnen op deze wijze debetkaarten in de vorm van puntenkaarten of rittenkaarten worden uitgegeven.

Evenals het uitlezen van de informatie uit het label geschiedt het programmeren en wijzigen van informatie kontaktloos.

Het geheugen van het label bestaat in dit geval uit een EEPROM-geheugen. Overschakeling van de lees- naar de programmeermode wordt bereikt door het overschrijden van een tevoren ingesteld energienivo tesamen met een versleutelde programmeringsinstruktie.

Programmering vindt plaats met behulp van amplitudemodulatie van het zendersignaal en kan alleen geschieden op geringe afstand van de antenne mede in verband met het spanningsnivo vereist voor het programmeren van de EEPROM-cellen.

De identificatielabels voor toegangsbeheer hebben afmetingen overeenkomstig ISO-normen voor magneetkaarten, met het verschil dat ze iets dikker zijn.

Kontaktloze Smart Cards:

Vanwege een steeds grotere integratie van de electronische schakelingen in de identificatiesystemen alsmede de steeds grotere geheugens die mogelijk zijn, raakt de technologie van identificatie kaarten aan die van kontaktloze Smart Cards en kan ermee worden geïntegreerd.

Nedap N.V. heeft dan ook een chipmodule, waarmee zowel identificatie op afstand als een kontaktloos interface naar een Smart Card chip gerealiseerd kan worden.

Vanwege de benodigde compatibiliteit met gestandaardiseerde dataprotocollen voor kontakt Smart Cards kan kontaktloze communicatie met de Smart Card chip uitsluitend plaatsvinden op zeer geringe afstand in principe in een gleuf.

Bovengenoemde chipmodule bevat een herprogrammeerbaar 2 kBit EEPROM geheugen voor identificatie op afstand alsmede voor de eventuele opslag en emulatie van magneetspoor informatie eveneens op afstand. Het voordeel van een kontaktloze Smart Card is, dat de oriëntatie van de kaart in de gleuf niet belangrijk is en dat geen kwetsbare kontakten nodig zijn in het systeem.

De draaggolffrequentie van de contactloze Smart Card kan variëren van 1 tot 5 MHz met een baudrate van 9600 baud.

De voeding van het circuit vindt evenals bij de identificatiekaarten plaats via de draaggolf. Het overleg over de standaardisatie van de dataoverdracht is momenteel in volle gang, doch is nog niet definitief vastgesteld.

De Nedap chipmodule werkt met een amplitude modulatie voor zowel het zenden als het ontvangen en is compatibel met het Nedap XS-systeem.

Omdat de verbinding met de Smart Card chip werkt volgens de ISO-7816 norm kan in principe elke low-power CMOS smart chip worden gecombineerd met de Nedap chipmodule.

Door een gepatenteerd programmeer systeem wordt voorkomen dat de oorspronkelijke datainhoud van de chipmodule verdwijnt voordat de nieuwe data volledig is geprogrammeerd en gecontroleerd. Dit is belangrijk, omdat tijdens het programmeren de verbinding via de antenne zou kunnen worden verbroken.

Openbaar vervoer:

Toegangsverlening voor personen in openbaar vervoer systemen kenmerkt zich vooral door grote opeenhoping tijdens de spitsen. Hierdoor is snelheid van de kaartcontrole een eerste vereiste. Het is dan ook niet vreemd, dat vanuit de OV-bedrijven grote belangstelling bestaat voor kontaktloze systemen.

Samen met de NS en Digital voert Nedap een onderzoek uit naar de toepasbaarheid van kontaktloze chipkaarten in het openbaar vervoer.

In de maand september (1992) start een praktijkproef op de stations Utrecht, Tiel en Maarsen om de specificaties van een dergelijk systeem verder te ontwikkelen.

6. Logistieke systemen

Behalve de toepassing in persoons- en dieridentificatiesystemen wordt radio-identificatie toegepast in logistieke systemen. Voor de laagfrequente RF-systemen (120 kHz) worden hierbij dezelfde eerder genoemde technieken toegepast.

Microgolf radio-identificatie:

Indien een grotere afstand vereist is wordt gebruik gemaakt van microgolf identificatie systemen.

Nedap N.V. heeft een microgolf identificatie systeem ontwikkeld dat met behulp van een passief label zonder batterij een herkenafstand tot 4 meter mogelijk maakt en met behulp van een batterij in het label een herkenafstand tot maximaal zo'n 20 meter kan bereiken.

De draaggolffrequentie van dit systeem is 2,45 GHz.

Kenmerkend voor het Nedap systeem is de toepassing van retroreflectiviteit, waarbij het labelsignaal hoofdzakelijk wordt gereflecteerd in de richting van de zender/ontvanger.

Dit wordt bereikt door de antenne van het label uit te rusten met microstrip stralers ofwel "patch" antennes, waarbij de afmeting van de vierkante "patch" gelijk is aan een halve golflengte.

Deze "patch" antennes zijn bijzonder geschikt voor het ontvangen en uitzenden van circulair gepolariseerde golven. Bij ontvangst worden deze golven gesplitst in twee orthogonale componenten.

Via een hybride netwerk worden de ontvangen signalen van twee of vier "patch" antennes verwisseld en tevens door middel van reflectiemodulatoren voorzien van modulatie. Deze modulatie kan direct of door middel van een subdraaggolf worden aangebracht.

Twee demodulator samenstellingen koppelen aan de ortogonale componenten van de "patch" antennes en leveren de gelijkspanning ten behoeve van de chip met de controle en geheugenfunktie.

Om ook bij dit systeem gebruik te kunnen maken van de Nedap chip familie wordt de draaggolf van 2,45 GHz gemoduleerd met een hulpdraaggolf van 120 kHz, welke na detectie in het label het kloksignaal levert voor de chip.

Door de op bovenomschreven wijze aangebrachte circulaire polarisatie wordt het systeem ongevoelig voor rotatie in het vlak van de antennes.

In de ontvanger wordt via een quadratuur detectie principe tesamen met een geavanceerde AGC-regeling het systeem ongevoelig gemaakt voor bewegingen van het label in de richting van de zender/ontvanger.

Tolsystemen:

Aangezien de chips die worden toegepast in het microgolfsysteem identiek zijn aan de chips voor de laagfrequente (120 kHz) labelsystemen is het ook mogelijk met behulp van een transponder een systeem te maken dat de bovenomschreven microgolfverbinding koppelt met een standaard identificatielabel.

Hierbij wordt met behulp van batterijvoeding in de transponder de 120 kHz hulpdraaggolf gedetecteerd en versterkt aangeboden aan een antenne afgestemd op 120 kHz. Op deze wijze wordt een kontaktloze verbinding tot stand gebracht tussen een standaard Nedap label en een zender/ontvanger op een afstand tot 20 meter. Het gemoduleerde signaal afkomstig uit het label wordt in de transponder gebruikt om de reflectiemodulatoren aan te sturen. Een dergelijk systeem is met name geschikt voor tolsystemen, omdat de eigenlijke microgolf transponder zelf geen datainformatie bevat en daarom in de auto achter kan blijven, terwijl de informatiedrager in de vorm van een ISO label eenvoudig meegenomen kan worden.

7. Speciale toepassing van radio-identificatie

Behalve de bovengenoemde technieken van radio-identificatie houdt Nedap N.V. zich ook bezig met speciale toepassingen.

Een voorbeeld is de ontwikkeling van een kontaktloze implanteerbare glucose sensor, om het glucose gehalte in bloed in vivo te kunnen meten.

Hierbij wordt behalve een identificatiesignaal ook een meetwaarde van een direct converterende sensor overgezonden.

Eenzelfde techniek wordt toegepast voor het bepalen van de activiteit van een dier om vast te stellen in welke fase van de vruchtbaarheidscyclus dit dier zich bevindt.

Voordracht gehouden tijdens de 403e werkvergadering.

Radiolabels bij PTT Post

Ir. E.F.J. Smit
Koninklijke PTT Nederland N.V. – PTT Research

Summary

PTT Research developed a radiolabel for logistic applications as can be found at the Postal Services. General radiolabel characteristics will be discussed as an introduction to the microwave radiolabel concept. After a brief discussion of the general requirements for postal applications the developed radiolabel and communication station will be presented. Application of radiolabels is restricted by radio regulation authorities. Unwanted interference to other spectrum users must be prevented and reliable operation of the microwave label must be guaranteed.

1. Inleiding

Radiolabels zijn in verschillende vormen en functionaliteit verkrijgbaar. De meeste van dergelijke radiolabels zijn in twee hoofdcategorieën te verdelen:

– Laagfrequente (LF) Radiolabels
  werkfrequentie: 9 - 160 kHz (typisch 120 kHz)

  toepassing : toegangscontrole
  identificatie (veeteelt)
  diefstalbeveiliging
  smartcards (energie- en datakoppeling met terminal)

  kenmerken : meestal passief (geen batterij voeding)
  meestal alleen leesbaar, niet beschrijfbaar
  geringe opslagcapaciteit (b.v. 64 bits)
  korte werkafstanden (75 cm)
  lage datasnelheid

– Microgolf Radiolabels
  werkfrequentie: 2.4 - 2.5 GHz

  toepassing : logistiek (vrachtcontainers)
  produktie (autoindustrie)
  draadloze toegang Local Area Network

  kenmerken : actieve en passieve uitvoeringen
  zowel lees- als beschrijfbaar
  grotere werkafstanden (5 - 15 m)
  hogere datasnelheden (> 4.8 Kb/sec)
  hoge passeersnelheden (240 Km/uur)

Deze indeling is uiteraard niet volledig, maar omvat de meeste toepassingen van radiolabel systemen. Het principe van de LF Radiolabels zal in dit artikel niet worden beschreven. Wel zal het principe van het door PTT Research ontwikkelde radiolabel worden beschreven.

2. Toepassing radiolabels bij PTT Post

Bij PTT Post kunnen radiolabels worden toegepast op rolcontainers (RC), vrachtwagens, en posttreinen. Afhankelijk van het type voertuig waarop het label geplaatst kan worden en de gebruikssituatie verschillen ook de eisen die aan het label worden gesteld. Op posttreinen en vrachtwagens zal dataverkeer meestal bidirectioneel van aard zijn, en beperkt van omvang. De hoeveelheid informatie zal overeenkomstig de informatie van een vrachtbrief zijn. Door de hoge passeersnelheden van treinen en vrachtwagens zal ook een hoge datasnelheid noodzakelijk zijn. De rolcontainers vormen een belangrijke schakel in het postvervoer. Pakketpost en postzakken worden m.b.v. dergelijke containers in posttreinen en vrachtwagens vervoerd. Een radiolabel op een rolcontainer kan in twee sterk verschillende situaties worden gebruikt. De eerste situatie betreft het laad- en losproces van dergelijke containers. Bij het laden van treinen en vrachtwagens kan de informatie van een container geheel of gedeeltelijk worden gelezen, om vervolgens in een hoger informatieniveau te worden opgeslagen. Dit hogere informatieniveau zal toegankelijk zijn via het radiolabel op de vrachtwagen of posttrein. Bij het lossen zal de container een verwerkingscentrum worden binnengebracht. Op dergelijke punten dient de belangrijkste informatie voor verdere verwerking te worden uitgelezen. Voor de kwaliteits- en trajectmetingen kan bovendien informatie aan het label worden toegevoerd. De tweede situatie betreft het vullen of legen van de rolcontainer. Dit is een proces waarbij veel gedetailleerde informatie wordt uitgewisseld, maar waarbij de rolcontainer niet beweegt. Hierbij wordt het radiolabel als een portable database beschouwd, waarbij geen on-line informatie systeem noodzakelijk is om de benodigde informatie op de verwerkingspunten beschikbaar te hebben.

Uit voorgaande overwegingen en een aantal bijkomende technische problemen konden de eisen voor een bruikbaar radiolabel als volgt worden geformuleerd:

- Label dient leesbaar en beschrijfbaar te zijn.
- Hoge passeersnelheden moeten mogelijk zijn.
- Beschikking over een groot geheugen.
- Geen ingrijpende aanpassingen van bestaande werksituaties.
- Gedeeltelijke electromagnetische afscherming van label moet toelaatbaar zijn.
- Communicatie met meerdere labels binnen bedekkingsgebied van communicatiestation moet mogelijk zijn.

Geen van de commercieel verkrijgbare radiolabels bleek aan alle eisen en wensen te voldoen. Verder bleek uit verschillende vragen die door diverse instanties aan de PTT werden gesteld dat kennis over radiolabels bij PTT Research wenselijk zou zijn. Op grond hiervan werd besloten een eigen produkt te ontwikkelen.

3. Microgolf radiolabel

Het principe van het microgolf radiolabel zoals dat door PTT Research werd ontwikkeld is weergegeven in het blokschema van figuur 1. Omdat het label zowel leesbaar als beschrijfbaar dient te zijn en bovendien een groot datageheugen dient te bezitten (> 34 Kbyte) zal in het label een

microprocessor/microcontroller toegepast moeten worden. Een dergelijke microcontroller geeft bovendien de mogelijkheid een adequaat communicatieprotocol toe te passen. De gekozen frequentieband betreft de 2.4-2.5 GHz band die primair aan ISM (Industrial Scientific Medical) toepassingen is toegewezen. Deze frequentieband biedt de volgende voordelen:

- kleine fysieke antenne afmetingen.
- voldoende bandbreedte beschikbaar voor hoge datasnelheden.
- geen kanaalraster aanwezig.
- andere labelsystemen functioneren reeds in deze frequentieband.

De nadelen van deze frequentieband zijn:
- storing door ISM apparatuur dient te worden geaccepteerd.
- meerdere spectrumgebruikers aanwezig met verschillende systemen.
- **microgolf**componenten zijn in verhouding tot de overige componenten bepalend voor de kostprijs van het systeem.

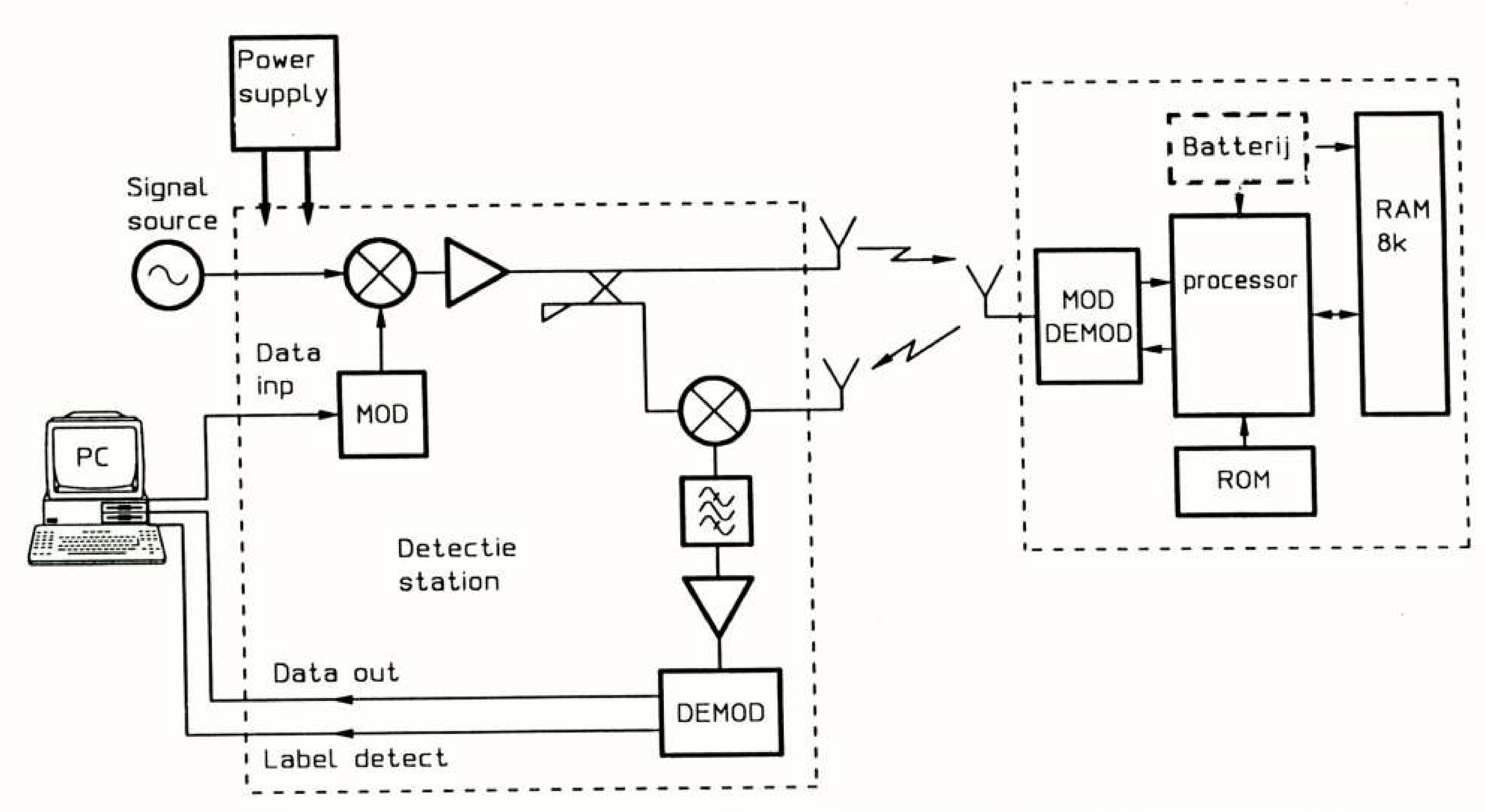
De complicaties verbonden aan het gebruik van een ISM frequentieband zullen elders in dit artikel aan de orde komen.

Het communicatiestation (portaal) in het linkergedeelte van fig. 1 is conventioneel van opzet. De communicatie naar het label vindt plaats d.m.v. amplitude shift keying (ASK). Hierdoor kan het demodulatie- en detectiecircuit zeer eenvoudig worden uitgevoerd. Omdat voldoende zendvermogen beschikbaar is, en de transmissieverliezen niet bijzonder groot zijn (30 - 40 dB), is ASK modulatie bruikbaar met een verwaarloosbare bitfouten kans. In het label is gekozen voor een passief microgolfcircuit en een actief (batterij gevoed) processor- en geheugen circuit. Om de vermogensconsumptie zo laag mogelijk te houden wordt het processorgedeelte pas ingeschakeld indien betrouwbare communicatie met het label mogelijk is. Om het inschakelen van het processorgedeelte mogelijk te maken dient de aangeboden veldsterkte voldoende groot te zijn. Om het energieverbruik zo laag mogelijk te houden dient de detectie van de aangeboden veldsterkte op een passieve wijze te geschieden. Het terugzenden van informatie naar het communicatiestation dient zo efficiënt mogelijk te verlopen. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van het reflecteren van de ontvangen energie. Het ontvangen signaal wordt direct gemoduleerd en gereflecteerd. De verliezen in deze modulator/reflector dienen zo klein mogelijk te zijn om de communicatie zo betrouwbaar mogelijk te maken. Na modulatie en reflectie wordt het signaal door het communicatiestation weer coherent gedetecteerd. Meestal wordt voor de communicatie van label naar communicatiestation Frequency Shift Keying (FSK) of Phase Shift Keying (PSK) toegepast.

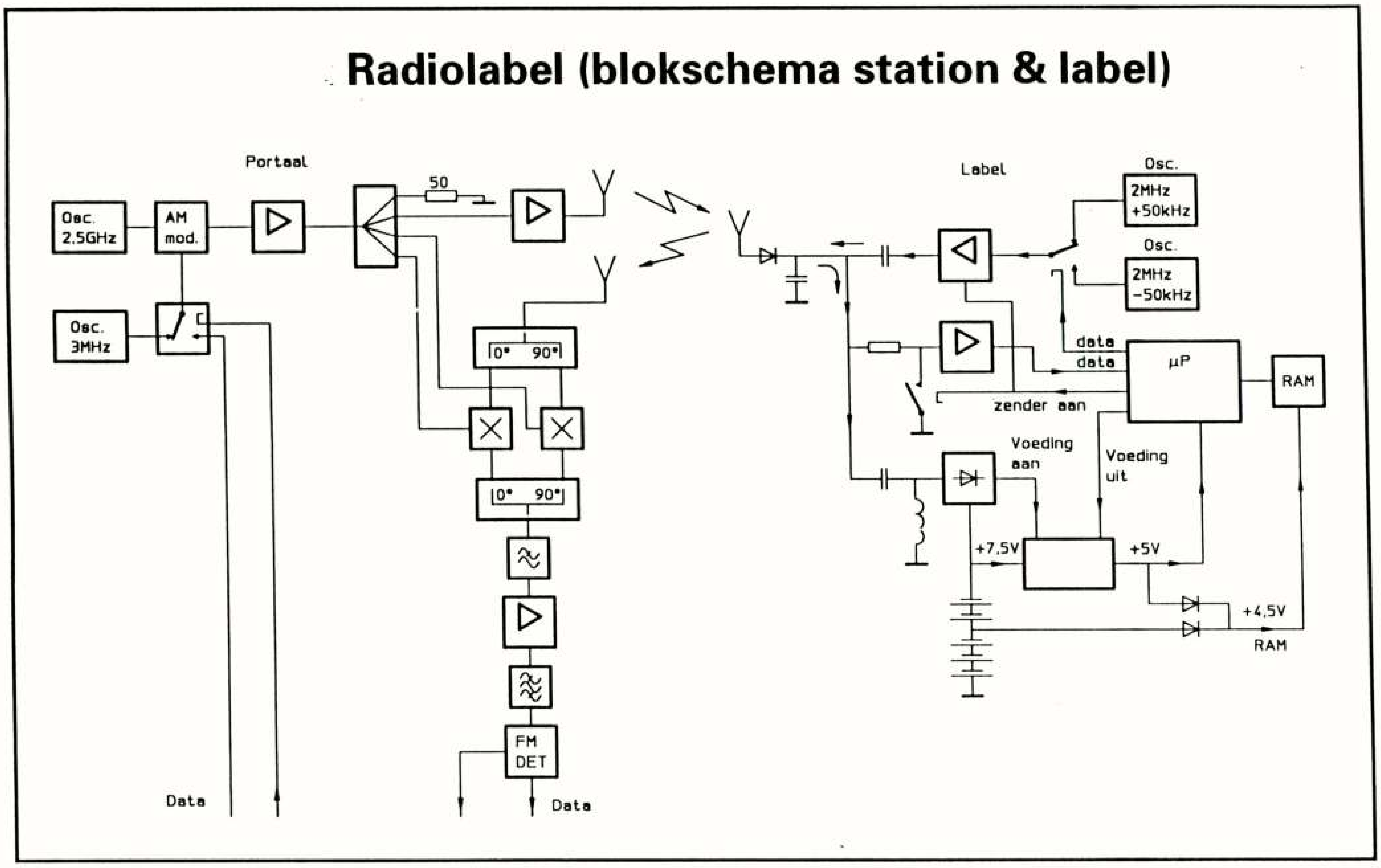
In figuur 2 is een verdere uitwerking aangegeven van het ontwikkelde radiolabelsysteem. Aan de hand van deze figuur zal de modulator/reflector van het radiolabel nader worden beschreven, evenals het zogenaamde wekmechanisme van het radiolabel.

In het radiolabelsysteem zoals weergegeven in figuur 2 wordt het geheugengedeelte (RAM) continu door de batterij gevoed ten behoeve van het bewaren van de ontvangen data. De microcontroller/microprocessor wordt m.b.v. de batterijspanning pas ingeschakeld nadat een weksignaal van het communicatiestation is ontvangen. Dit weksignaal is b.v. een piloottoon die met de aangeboden draaggolf wordt meegezonden. Verder kan deze piloottoon nog van extra codering worden voorzien, om verschillende gebruikersgroepen van hetzelfde labelsysteem te scheiden. De piloottoon (b.v. 3 MHz) wordt m.b.v. een passief filter gedetecteerd. De data die door het communicatiestation wordt verzonden kan m.b.v. een topdetectieschakeling worden gedemoduleerd. Deze schakeling is zeer eenvoudig van opzet en reduceert dus sterk de kosten van een microgolf radiolabel.

Radiolabels (principe)



Figuur 1: Principeschema actief microgolflabel.



Figuur 2: Blokschema microgolflabel PTT Research.

Het terugzenden van data kan geschieden door gebruik te maken van de aangeboden veldenergie. De antenne van het label kan immers ook als reflector worden gebruikt, en de eerder genoemde topdetector als modulator. Hiervoor dient men de antenne als een stuk transmissielijn te beschouwen. Indien een transmissielijn aan het uiteinde open wordt gelaten of wordt kortgesloten dan zal alle energie worden geflecteerd. Het faseverschil tussen een open of kortgesloten transmissielijn bedraagt 180°. Door hier gebruik van te maken kan dus m.b.v. PSK data worden teruggezonden. Het schakelen van de antenne als reflector kan met een speciale diode of veldeffecttransistor (FET) worden gerealiseerd. Het is ook mogelijk om m.b.v. FSK data terug te zenden. Het schakelelement wordt dan met een hulpdraaggolf gemoduleerd. Door deze hulpdraaggolf in frequentie te schakelen kan dus ook FSK worden verkregen.

Het zend- en ontvangcircuit in het communicatiestation is conventioneel van opzet en zal in dit artikel niet nader worden toegelicht.

Frequentieband	Toepassingen	Regulering
9-160 kHz (117.6-126 kHz inductieve systemen)	LF radiolabels b.v. NEDAP	KV-A H < 75 mA/m
27.45-27.47 MHz	Afstandsbesturing	KV-B < 250 µW
40.66-40.70 MHz	Afstandsbesturing	KV-F < 250 µW
433.052-434.797 MHz		KV-I < 50 µW
2.4-2.5 GHz	ISM b.v. magnetronovens Radiolabels	ISM (ter discussie) KV-M < 10 mW
5.795-5.805 GHz	Road ID-systems Toll systems	CEPT aanbeveling T/R 22-04
10.5125-10.5375 GHz	Doppler systemen	KV-N < 10 mW
24.05-24.25 GHz	ISM	KV-O < 10 mW

Tabel I: Mogelijke frequentiebanden voor labeltoepassingen.

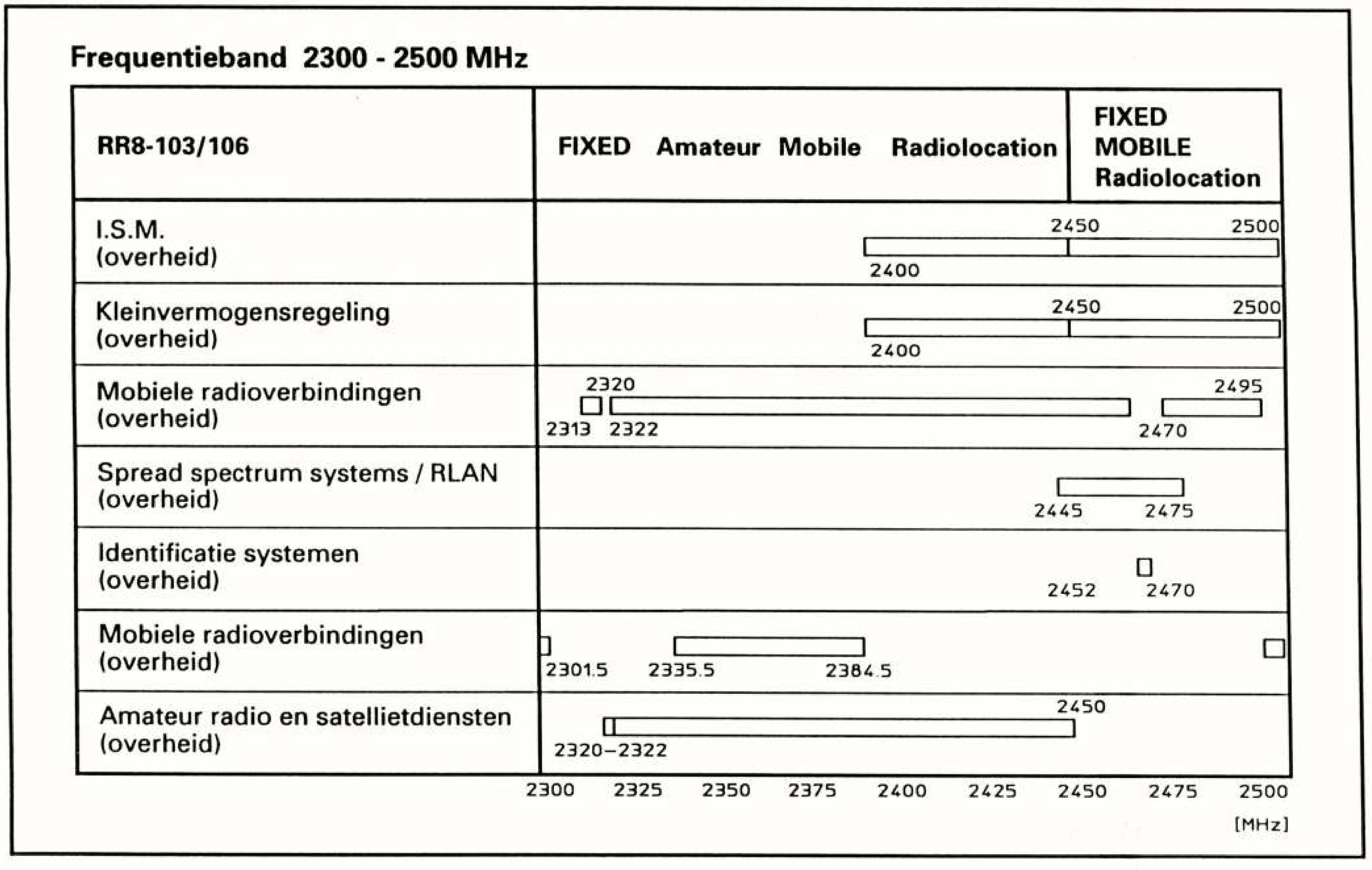
4. Consequenties gebruik ISM frequentieband

Voor radiolabeltoepassingen, telemetrie, en afstandsbedieningen worden door de HDTP een aantal frequentiebanden aangewezen die vallen onder de zogenaamde Klein Vermogen (KV) regeling. Een overzicht van deze frequentiebanden is in tabel I gegeven.

Het beschreven microgolf radiolabel systeem maakt gebruik van een zendvermogen groter dan 10 mW en kan dus niet onder de KV regeling worden gerangschikt. Het systeem heeft gezien de mogelijke modulatiemethoden en de gewenste datasnelheid een bandbreedte groter dan 1 MHz. Uit tabel I kan men concluderen dat de laagst mogelijke frequentieband die hiervoor in aanmerking zou komen de 2.4-2.5 GHz band zou betreffen.

Het operationeel maken van een labelsysteem in deze frequentieband stuitte bij de HDTP op de volgende bezwaren:

- Het beschreven systeem kan niet gerangschikt worden onder de definitie van ISM, omdat het beoogde doel van het systeem dataoverdracht betreft.
- Binnen de 2.4-2.5 GHz band is naast de primaire toewijzing voor ISM toepassingen een aantal andere toewijzingen gedaan op secundaire basis of N.I.B. (Non Interference Basis). Deze toewijzingen mogen geen nadeel ondervinden van een nieuwe toewijzing die niet onder de primaire toewijzing (ISM) kan worden gerangschikt.



Figuur 3: Overzicht toewijzingen HDTP 2300-2500 MHz.

In figuur 3 (bron HDTP) is een overzicht opgenomen van de toewijzingen voor de 2.4-2.5 GHz band zoals die vermeld staan in het nationale frequentie verdelingsplan van de HDTP. Uit dit overzicht blijkt duidelijk dat het operationeel maken van het beschreven radiolabel systeem een aantal interferentieproblemen kan opleveren. Op initiatief van de HDTP vindt momenteel overleg plaats tussen de verschillende gebruikers van de 2.4-2.5 GHz band om op voorhand deze interferentieproblemen te minimaliseren.

5. Conclusies

Voor een pilot-project bij PTT Post werd door PTT Research een microgolf radiolabelsysteem ontwikkeld. De eigen ontwikkeling werd opgestart bij gebrek aan geschikte commercieel verkrijgbare produkten. Het ontwikkelde label bezit voor PTT Post een aantal unieke eigenschappen, en kan relatief goedkoop worden geproduceerd.

Bij de frequentiekeuze van het labelsysteem dient in overleg met de HDTP te worden vastgesteld welke regelingen en eisen van toepassing zijn. Indien geen bestaande regelingen van toepassing zijn, zal door HDTP getracht worden voor alle betrokken spectrumgebruikers een bruikbare oplossing te vinden.

Voordracht gehouden tijdens de 403e werkvergadering.

VERÄNDERTE ANFORDERUNGEN AN LERNPROZESSEN IN DER HOCHSCHULAUSBILDUNG

Prof.Dr.Ing. Walter E. Theuerkauf
Institut für Angewandte Elektrotechnik und Technikpädagogik
Universität Hildesheim

Andreas Weiner, AR
Institut für Arbeitswissenschaft und Didaktik des Maschinenbaus
Universität Hannover

Abstract

Open markets on European and global scales will influence the education sector. With reference to a study of MIT, it is shown that some European companies introduced a method of "lean production" which possibly also could lead to the necessity of "lean education". This approach is characterised by education programs based on multimedia and by co-operation between students of different disciplines in the performance of tasks in e.g. a flexible laboratory learning situation.

---

1. Vorbemerkung

Betrachtet man die heutigen Unternehmen im Hinblick auf Möglichkeiten der Steigerung ihrer Produktivität, so können als Parameter das Humankapital, der Grad der Automatisierung und die Form der Organisation genannt werden. Wenn man davon ausgeht, daß der Automatisierung in Klein- und Großbetrieben natürliche und damit nicht nur technische Grenzen gesetzt sind, so kommen der Organisation und insbesondere der Entwicklung des Humankapitals herausgehobene Bedeutung zu. Wenn darüberhinaus die Entwicklung der Qualifikationen der Mitarbeiter, die sich im Zentrum dieser Triade befinden, so versteht, daß Ausbildung, gleich auf welcher Stufe, als "Investition" in Humankapital zu verstehen ist, so hat diese zwangsläufig über das geforderte Anforderungsprofil ihre Leistungsfähigkeit nachzuweisen. Wenn diese Überlegungen sich derzeit schwerpunktmäßig auf die Fort- und Weiterbildung in den Unternehmen konzentrieren, so wird mit den anstehenden Überlegungen zur Verkürzung der Hochschulstudienzeiten in der Bundesrepublik Deutschland überhaupt und speziell bezogen auf die technischen Disziplinen die Kenngröße Leistungsfähigkeit als Investition in Humankapital in den Blickwinkel zu rücken sein.

2. Leistungsfähigkeit als ein Indikator

In den naturwissenschaftlichen-technischen Disziplinen sind wir es gewöhnt, zur Leistungsmessung ein definiertes Meßinstrumentarium zur Verfügung zu haben, auf dessen Basis wir die Validität unserer Meßergebnisse begründen können. Solch ein allgemein anerkanntes Meßinstrumentarium zur Leistungsmessung in der Ausbildung fehlt jedoch. Findet derzeit überhaupt ein ernstzunehmendes Ranking statt, so geschieht dies durch die Personalabteilungen der (Groß-) Unternehmen, die je nach Disziplin unterschiedliche Präferenzen bei der Einstellung der Hochschulabsolventen setzen. Für die ausbildende Institution bedeutet dies, daß die Leistungsfähigkeit gleichsam mit der industriellen Akzeptanz der Absolventen korreliert.

Unbestritten ist, daß eine derartige Kenngröße für die Leistungsfähigkeit in dem jeweiligen Land Aussagefähigkeit dahingehend besitzt, daß sie auch die Studiengänge untereinander relationiert. Erweitert man diese Überlegungen international nicht nur auf die europäische, sondern auch auf die globale Ebene, so kann diese Kennzahl, da keine bekannten Daten vorliegen, nicht herangezogen werden. Ein Vergleich bietet sich über die MIT-Studie an, die im Spektrum der Automobilindustrie Kennwerte zwischen Europa, Nord-Amerika und Japan aufzeigt, die nicht nur für die Produktion, sondern auch für die Ausbildung von Ingenieuren von Bedeutung zu sein scheinen (Womack, Jones & Roos, 1992, S. 124) (vgl. Abb. 1).

Leistungsdaten der Produktentwicklung, regionale Autoindustrien, Mitte der 1990er Jahre

	Japanische Produzenten	Amerikanische Produzenten	Europaïsche Mengen-Produzenten	Europaïsche Spezialisten
Durchschnittliche Ingenieurstunden je neues Auto (Mill.)	1,7	3,1	2,9	3,1
Durchschnittliche Entwicklungszeit je neues Auto (Monate)	46,2	60,4	57,3	59,9
Anzahl der Beschäftigten im Projektteam	485	903	904	
Kosten der Konstruktionsänderung als Anteil der gesamten Werkzeugkosten	10-20%	30-50%	10-30%	
Rückkehr zu normalen Produktivität nach neuem Modell (Monate)	4	5	12	
Rückkehr zur normalen Qualität nach neuem Modell (Monate)	1,4	11	12	

Abb. 1: Leistungsdaten der Produktentwicklung (nach Womack, Jones & Roos, 1992, S. 124).

Betrachtet man die durchschnittliche Zahl der Ingenieurstunden je neues Auto, so benötigen japanische Produzenten 1,7 Mio Konstrukteursstunden und 46 Monate je neues Auto vom ersten Design bis zur Auslieferung an den Kunden. Die durchschnittlichen US-amerikanischen und europäischen Projekte vergleichbarer Komplexität und mit dem gleichen Anteil übernommener Teile benötigen dagegen 3 Mio. Konstrukteursstunden und 60 Monate. Dies bedeutet einen zwei-zu-eins-Unterschied in der Konstruktionsarbeit und eine Ersparnis von einem Drittel in der Entwicklungszeit.

Die Gründe hierfür sind im Konzept der "Schlanken Produktion" zu finden. Die Untersuchung geht weiter davon aus, daß es vier grundlegende Unterschiede in den Konstruktionsmethoden gibt, die von schlanken und Massenproduzenten angewendet werden. Sie liegen in den Bereichen Führung, Teamarbeit, Kommunikation und simultane Entwicklung. Das zweite Element der schlanken Konstruktion ist das eng verflochtene Team, das dem Projekt für die gesamte Dauer zugewiesen wird. Die Mitarbeiter kommen von verschiedenen Fachabteilungen, bleiben aber während der Dauer des Projektes mit diesen in Verbindung. Diese Organisation ermöglicht es, mit weniger Ingenieuren auszukommen; so sind an einem typischen Projekt in einem amerikanischen oder europäischen Unternehmen insgesamt etwa 900 Ingenieure beteiligt, während es bei einem japanischen Projekt nur 485 sind. Westliche Firmen mit den schwächsten Teams (meist in Deutschland) benötigen während der Laufzeit eines Projektes 1.421 Mitarbeiter.

Wir sprechen davon, in Europa einen hohen Qualitätsstandard erreicht zu haben, welcher sich ausdrückt in dem Qualitätssiegel "Made in . . .". Dabei wissen wir, daß über Qualität nicht nur in der Fertigung entschieden wird. Jedem Konstrukteur ist klar, daß Quaiität auch durch die Konstruktion maßgeblich beeinflußt wird. Zieht man nun wieder die MIT-Studie heran und vergleicht die Zeiten, in denen die Produzenten bei der Einführung eines neuen Produktes das ursprüngliche Qualitätsniveau wieder erreichen, so können japanische schlanke Fabriken neue schlanke Produkte mit nur geringer Qualitätseinbuße einführen, während amerikanische und europäische Fabriken ein Jahr lang darum kämpfen, das ursprüngliche Qualitätsniveau wiederzugewinnen, das von vornherein niedriger ist als das japanische. Das wird dadurch erreicht, daß das Produktionsvolumen der Fabrik sehr langsam erhöht und wenn nötig angehalten wird, um jeden Schritt richtig zu machen. Dies gilt nicht nur für das Produkt, sondern auch für die gesamte Produktionsorganisation.

Wenn jedoch einmal die schlanke Produktion in der Fabrik in vollem Gange ist, ist die Einführung neuer Produkte, die durch einen schlanken Entwicklungprozeß entwickelt worden sind, sehr einfach. Zum Beispiel gewinnen japanische Fabriken, die neue Modelle herausbringen, ihr vorheriges Produktivitätsniveau in vier Monaten zurück, während die amerikanischen fünf benötigen und die europäischen ein ganzes Jahr.

Die tayloristische Arbeitsorganisation hat überall zu Abteilungen in der Mikro- und Makroebene der Industrie und der Verwaltungen geführt. In den Ingenieurwissenschaften entsprechen dem die Disziplinen mit ihren Spezialsektoren. Abteilen heißt Trennen, Trennen heißt Isolieren und damit auch Entfernen von einer ganzheitlichen Betrachtungsweise. Daß die Bewältigung eines Projektes größeren Umfanges jedoch Teamfähigkeit zur Überwindung und Definition von Schnittstellen geradezu fordert, dürfte heute wohl kaum in Zweifel gezogen werden. Vergleicht man aber, in welchem Maße Gruppenarbeit in den Betrieben angewendet wird, so kommt diese z.B. in der Montage in Japan zu 69,3% und in Europa nur zu 0,6% zur Anwendung.

Interpretiert man die Relationen auch als eine Kennziffer für die Leistungsfähigkeit der Ingenieure, so wird sich u.a. die Hochschulausbildung die Frage zu stellen haben, ob ihre Ausbildung den Anforderungen der Industrienationen in Europa im Zeitalter des globalen Wettbewerbs noch entspricht. So ist doch die ganzheitliche Betrachtung von Problemlöseprozessen keine japanische "Erfindung", sondern eine Forderung der europäischen Aufklärung. Gerade deshalb sollte kein Imitationsprozeß initiiert werden, sondern vielmehr müßte ein intensiver Reflexionsprozeß unter Berücksichtigung unserer kulturellen Werte einsetzen.

3. Bedeutung der Entwicklung von Schlüsselqualifikationen

Orientiert man sich bei einer Beschreibung heute notwendiger Qualifikationen an den für eine rechnerintegrierte Fabrik ermittelten, so werden, bezogen auf ein generelles Kompetenzmodell, neben Fachkompetenz insbesondere Methoden- und Sozialkompetenz gefordert (vgl. Abb. 2). Bezogen auf die Hochschulausbildung dürfte es unbestritten sein, daß die Entwicklung von Fachkompetenz den Veränderungen der Technik, insbesondere durch die "Neuen Technologien", in der Regel entspricht. Die vornehmliche Entwicklung von Kenntnissen und Fähigkeiten auf der Fachebene hat aufgrund der sich dynamisch entwickelnden Stoffülle mit dazu geführt, daß die Regelstudienzeiten in den technischen Studiengängen weit überschritten werden. Dabei stellt sich die Frage, welche Alternativen in der Vermittlung von Kenntnissen und Fähigkeiten mit welcher Effektivität sich auch unter Anwendung veränderter Lernstrategien und Nutzung technischer Möglichkeiten, wie sie z.B. computergestützte Medien anbieten, für den Einsatz in der Hochschulausbildung geeignet sind.

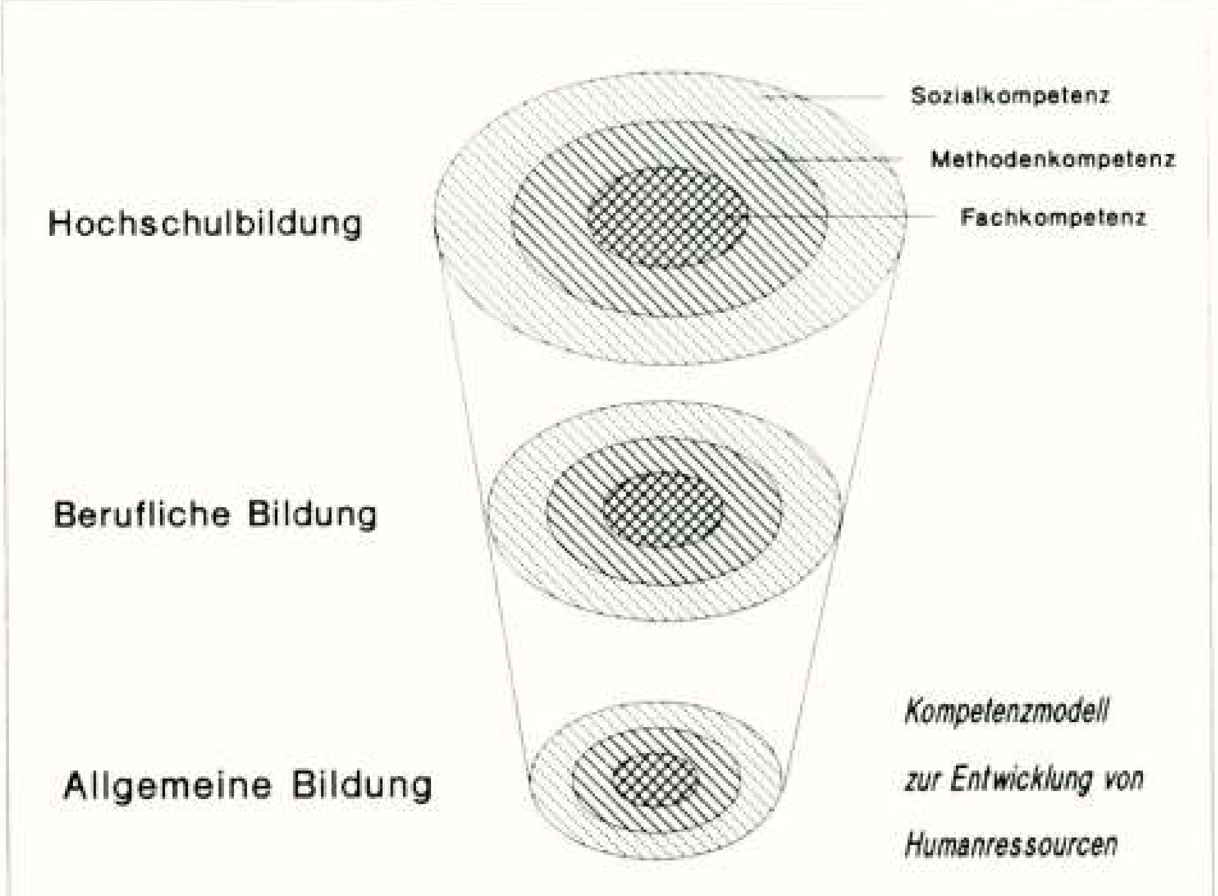


Abb. 2: Kompetenzmodell technischer Bildung (Theuerkauf & Weiner, 1992).

Methodenkompetenz ist der Schlüssel zum problem- und projektorientiertem Arbeiten. Nur wenn die Strategien zur Problemlösung auch kognitiv beherrscht werden, können isolierte Fragestellungen, wie sie Studien- und Diplomarbeiten enthalten, gelöst werden. Mit der Durchführung der Arbeiten, aber auch in Laborversuchen erwerben und verfeinern die Studierenden in der Regel ihre Strategien des systematischen Vorgehens, z. B. bei der Fehlersuche in einer Schaltung, beim rationellen Arbeiten für die Aufstellung eines Versuchsplanes, bei der Organisation ihres gesamten Studiums usw. Zu fragen ist allerdings, welchen Beitrag die Hochschule dazu leistet, diese als Schlüsselqualifikation zu bezeichnende Methodenkompetenz zu entwickeln. Erst die Schlüsselqualifikationen ermöglichen es, auch die für

ein Studium notwendigen Schlüsselinhalte zu erkennen und damit für sich in ihrer Bedeutung einzuordnen (Theuerkauf & Weiner, 1992).

Die Methodenkompetenz zur Erschließung ganzheitlicher und vernetzter Zusammenhänge erfordert Denken in Systemen und damit in Funktionsblöcken. Dies gilt natürlich auf der Fachebene; aber wenn Ganzheitlichkeit ein Ziel ist, so sind auch disziplin- und fachübergreifende Zusammenhänge bzw. Philosophien zu erkennen. Die Lösung von Aufgaben der Automatisierung, aber auch der Informationstechnik kann nämlich auch die Lösung von logistischen und damit fachfremden Problemen bedeuten. Systemisches Denken ist daher nicht nur fachbezogen, sondern erfordert neben spezialisierten auch generelle und damit einordnende Fähigkeiten und Kenntnisse von vernetzten Zusammenhängen.

Die veränderte Akzentuierung bei der Entwicklung der Humanressourcen gründet sich auf einen Paradigmenwechsel, der durch die Informationstechnologie als einer Querschnittswissenschaft induziert worden ist. Kommunikationsprozesse als das Kennzeichen bestimmen daher ein "Neues Denken", um die Schnittstellen eines Unternehmens überwinden zu können. Kommunikationsfähigkeit kann aber nur dann erfolgreich integratives Verhalten bewirken, wenn gleichsam die Voraussetzungen und damit auch der Wille zur Zusammenarbeit vorhanden ist. Teamfähigkeit ist deshalb als eine der Säulen der Sozialkompetenz anzusehen. Daher ist die Hochschulausbildung dahingehend zu hinterfragen, ob zur Entwicklung der Dialogfähigkeit als Elememt der Sozialkompetenz in Studienordnungen und Studienplänen zwingend vorgesehen ist, daß in der Ausbildung Studierende verschiedener Disziplinen an einem Projekt kooperativ miteinander arbeiten. Die Antwort läßt sich leicht an der parzellierenden Entwicklung der Fakultäten und Fachbereiche an den Universitäten ablesen. Um allerdings z.B. eine Baugruppe oder auch ein Gerät zu fertigen, müßten Designer, Maschinenbauer und Elektrotechniker fähig und willens sein, sich miteinander auf fachlicher Ebene auszutauschen und/oder zusammenzuarbeiten. Ein Ansinnen, denn schon als Student sieht jeder seine Beteiligung an dem fachübergreifenden Projekt auf sein Fachgebiet eingegrenzt.

Die Vermittlung von Schlüsselqualifikationen in der Hochschulausbildung in Verbindung mit dem Transfer von vernetzten Schlüsselinhalten sind für den Studierenden nicht nur stimulierend, sondern auch prägend. Sie sind auch der Schlüssel zur Erschließung von verinnerlichten Fachinhalten, so daß sie einen Beitrag zur Entwicklung der Humanressourcen leisten. Verbunden damit ist auch, daß dem Konzept des einzel- und gruppengesteuerten Lernens im Lehrprozeß auf der Hochschulebene ein höherer Stellenwert eingeräumt werden muß, was zwangsläufig den Hochschullehrenden verstärkt die Funktion des Beraters und Studienbegleiters zuweisen wird.

4. Entwicklung von Teamfähigkeit durch gruppengesteuertes Lernen

Wenn sich zukünftig durch die Veränderung der Arbeitsorganisation "Cost-Center" entwickeln, in die der Ingenieur im Bereich der Fertigung auch örtlich einbezogen wird, werden zwangsläufig Kommunikations- und Teamfähigkeit nicht nur unter Ingenieuren als soziale Kompetenz gefordert werden. Man muß aber nachdenklich werden, wenn man nicht nur in der Universität die Entwicklung fachübergreifender Systemkompetenz nachfragt. Wo sind disziplinübergreifende Projekte, die unter Beteiligung von Studenten verschiedener Fachrichtungen, z. B. unter Beteiligung von einem Energie- und Nachrichteningenieur oder gar von einem Maschinenbauer und Elektrotechniker durchgeführt werden? Vielmehr ist Gruppenarbeit zumindest in den Hochschulinstitutionen etwas "Fragwürdiges", können doch die Lehrenden bei einer Examensarbeit schwerlich die individuelle Leistung feststellen, auf die im gesamten Bildungssystem der Bunderepublik in allen Schulstufen und -formen besonderer Wert gelegt wird. Eigentlich ist dies kontraproduktiv zu der angezielten Teamfähigkeit.

Eine mögliche, beispielhafte Umsetzung des gruppengesteuerten Lernens soll im folgendem an einem Flexiblen Lernlaborsystems (FLS) dargestellt werden, das für die Berufs- und Ingenieurausbildung entwickelt worden ist (Theuerkauf & Weiner, 1991) (vgl. Abb. 3). Die Grundidee dieses Labors basiert auf der Vernetzung von verschiedenen mikroprozessorgesteuerten Lernorten, die einen Fertigungsprozeß, z. B. die Erstellung einer Platine, ganzheitlich abzubilden vermag. Als Lernorte, die dabei auch als isolierte Laborversuche angesehen werden können, wurden CNC-Maschinen, Roboter mit unterschiedlichen Steuerungen, Handlingsysteme mit pneumatischen Antrieben, Lagersysteme mit Servoantrieben sowie SPS-Steuerungen und funkgesteuerte, über Leitdrähte geführte fahrerlose Transportsysteme miteinander verknüpft, so daß eine in sich durch den Prozeßablauf aufeinander bezogene Laborversuchskette entstanden ist, die modellhaft auf der Makroebene einen produktbezogenen CIM-Verbund und auf der Mikroebene ein Bearbeitungszentrum nachbildet.

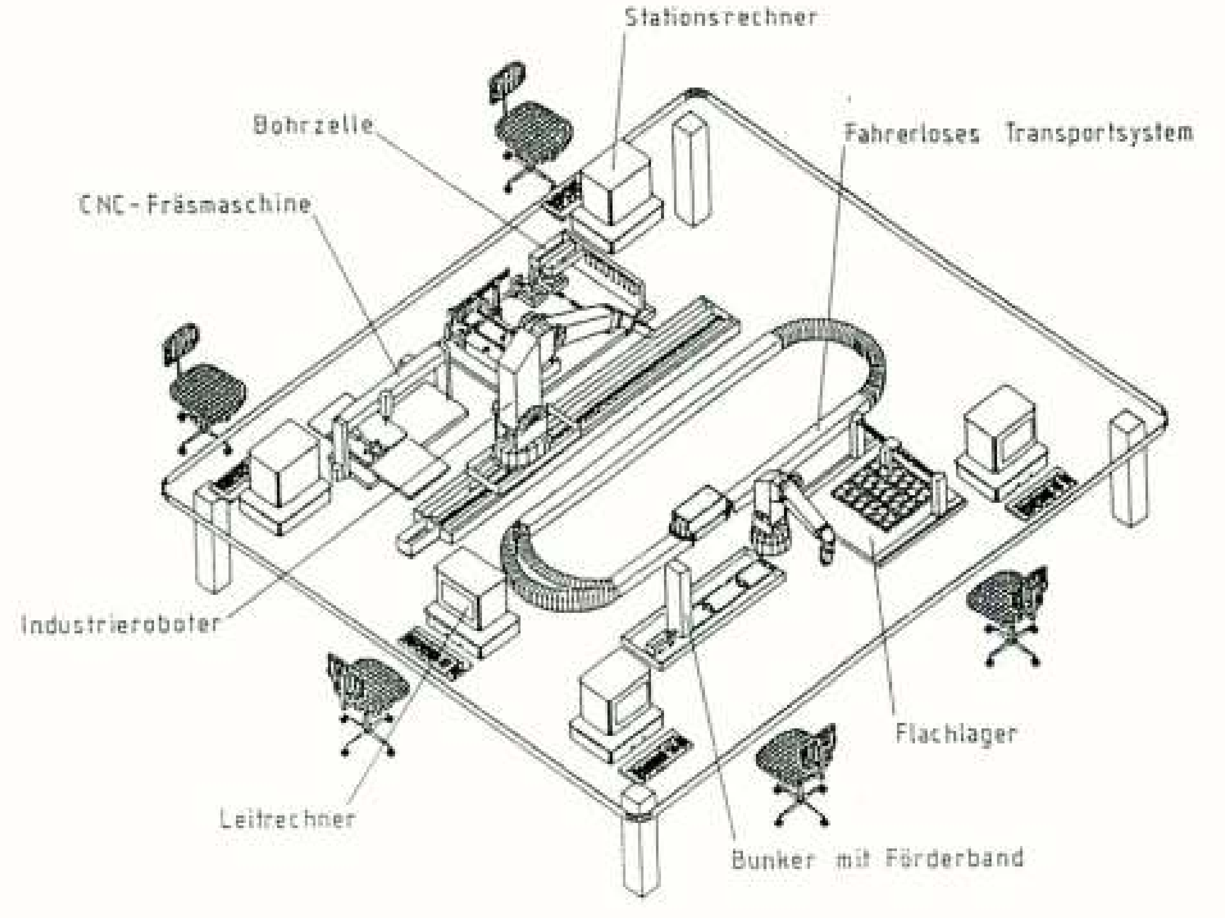


Abb. 3: Das Flexible-Lernlabor-System FLS.

Die Grundkonfiguration des FLS als offenes System besteht in der Hardware aus einem Netz, das entweder als ein einfacher Netzwerkkonzentrator oder als ein systembedingtes Bussystem* installiert werden kann (vgl. Abb. 4). Die einzubindenden Teilkomponenten (-versuche) kommunizieren softwareseitig über einen Software-Manager, der die Funktion eines Leitrechners übernimmt. Das FLS erlaubt entsprechend seiner Auslegung zwei alternative Ausgangssituationen. Bei der einen Variante wird Automatisierung als eine Gestaltungsaufgabe in der Auseinandersetzung mit der Zweck/Mittel-Relation angesehen, bei der die Verknüpfung der Lernorte auch als eine konstruktive Aufgabe angesehen werden kann. Die zweite Variante geht von einer aufgebauten Anlage als Laborkette aus, die ein definiertes Produkt (z.B. Platinenerstellung und -bestückung) teilfertigt. Neben dem Einrichten der Anlage ist die kontinuierliche Produktion auch

---

* In dem von Institut für Angewandte Elektrotechnik und Technikpädagogik der Universität Hildesheim entwickelten Labor ist eine Vernetzung der Festo-SPS 404 sowie der Siemens S105 über einen L1-Bus realisiert worden.

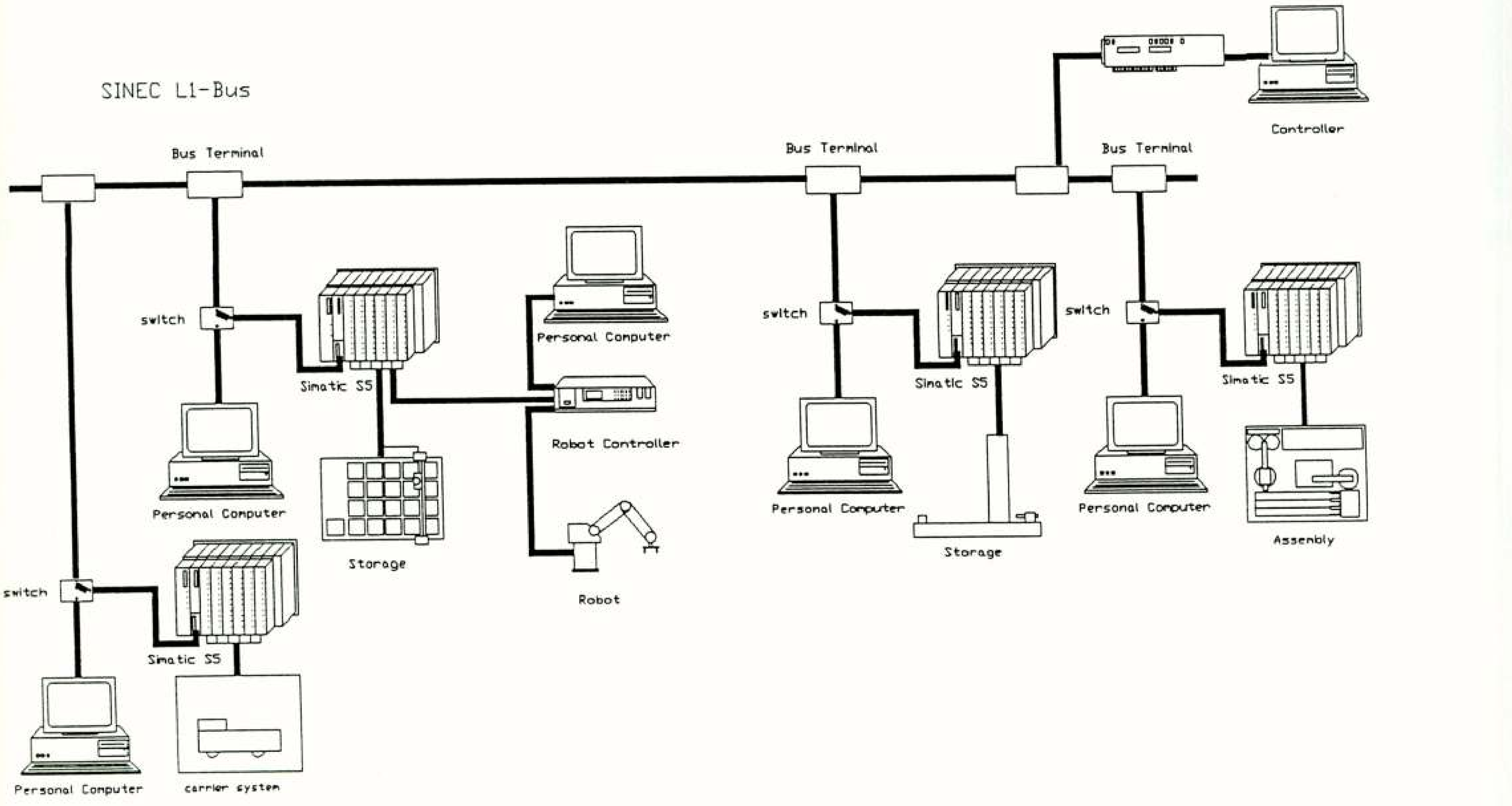


Abb. 4: Vernetzung des Flexiblen-Lernlabor-Systems mit dem SINEC-L1-Netz.

bei eintretenden Fehlern, die zusätzlich über einen Fehlergenerator eingespeist werden können, nicht nur aufrechtzuerhalten, sondern auch der Fertigungsfluß ist unter dem Gesichtspunkt der Ausbringung und der Auslastung der Betriebsmittel unter Berücksichtigung des definierten Qualitätsstandards zu optimieren. Dabei könnte auch von dem Fertigungsingenieur an den Elektroingenieur dann die Frage nach einer verbesserten Konstruktion gestellt werden.

Wird eine Analyse der fachlichen Lehr-Inhalte der Laborkette vorgenommen, so wird schwerlich eine Zuordnung zu nur einer ingenieurwissenschaftlichen Disziplin möglich sein. Da es sich um die Abbildung des komplexen Fertigungsprozesses handelt, bei dem u.a. planerische und logistische, also fachübergreifende, Aufgaben zu bewältigen sind, sind nicht nur einzelne disziplinbezogene, sondern disziplinübergreifende Inhalte zur Durchführung des Laborprojektes zu behandeln.

Geht man davon aus, daß in dem Labor keine Grundlagenkenntnisse und Fertigkeiten vermittelt werden sollen, so eignet sich die Laborkette auch für die Entwicklung von Team- und Kommunikationsfähigkeit von Studierenden unterschiedlicher ingenieurwissenschaftlicher Disziplinen. Sie bringen individuell ihre Kenntnisse zur Schnittstellenüberwindung ein, so daß im Rahmen der Projektarbeit durch Definition und Austausch nicht nur Synergieeffekte entstehen, sondern auch Gruppenprozesse ablaufen. Nicht Fachorientierung allein, Projektorientierung ist die lerntheoretische Klammer.

5. Einzelgesteuertes Lernen von Fähigkeiten und Kenntnissen durch interaktive Computerlernprogramme

Wird eine Akzentverschiebung zum gruppengesteuerten Lernen in der Hochschulausbildung vorgenommen, so wird zwangsläufig mehr Beratungs- und Betreuungskapazität benötigt. Daher stellt sich die Frage nach einer Entlastung der Lehrenden. Diese kann erfolgen durch Programme des Computer Assisted Learning (CAL)**.

Setzt man sich mit diesem Komplex auseinander, so treten zwei Aspekte in den Vordergrund. Der eine ist durch die pädagogische Dimension der zu vermittelnden Kenntnisse und Fähigkeiten im computerunterstützten Lernprozeß bestimmt und der andere durch die zur Verfügung stehende Soft- und Hardware der Lernstation (des Lernplatzes).

Die pädagogische Zielsetzung ist die nahtlose Einbindung des Mediums in den Unterrichtsprozeß, das dabei nicht bisherige Medien ersetzt, sondern neue Möglichkeiten der Informationsvermittlung durch veränderte Informationsdarstellung und -verarbeitung eröffnet. Die computerunterstützten Lernprogramme sind nicht als eine elektronische Blättermaschine nach Vorbild des Lerntaylorismus von Mager zu verstehen, wie in den Anfängen des CUU geschehen, die durch Imitation der Buchlernprogramme eine geringe Darstellungsqualität erreicht und sich somit kaum durchgesetzt haben. Ein Scheitern war damit nach einer unter Pädagogen und Anwendern heftig geführten Diskussion aber auch unter dem Gesichtspunkt der Produktionskosten vorprogrammiert. Die pädagogische Orientierung für ein C-Lernprogramm ist an einem durch Interaktivität zwischen Lehrenden und Lernenden gekennzeichneten Lernprozeß vorzunehmen, der auf der Grundlage lerntheoretischer Erkenntnisse durch die Phasen der Problematisierung, des Informationserwerbs, der Festigung durch Übung (Praxisanwen-

---

** Für das computerunterstützte Lernen werden eine Reihe unterschiedlicher Begriffe wie Computer Unterstützter Unterricht (CUU), Computer Assisted Instruktion (CAI) oder Computer Based Training (CBT) verwendet.

dung) und durch den Transfer auf analoge Probleme gekennzeichnet ist (Roth, 1957) (vgl. Abb. 5). Näher zu untersuchen wäre nun, an welchen Stellen das Medium Computer und die dazu gehörende Lernsoftware sich auf Grund seiner besonderen Präferenzen für den Lernprozeß anbieten und integriert werden können.

Stufenschema des Unterrichts

1. **Stufe der Motivation**
2. **Stufe der Schwierigkeiten**
3. **Stufe der Lösung**
4. **Stufe des Tuns und des Ausführens**
5. **Stufe des Behaltens und Einübens**
6. **Stufe des Bereitstellens, der Übertragung und der Integration des Gelernten**

Abb. 5: Stufenmodell des Unterrichts (nach Roth, 1983, S. 223 ff.).

Der Computer als Lernstation integriert mit seinen technischen Möglichkeiten in ein System Daten, ablauffähige Programme, künstliche Intelligenz, Text, Grafik, Sprache/Ton und Bild/Video (Sauer & Vollmuth, 1991). Das Schlagwort in der Computerbranche hierfür ist Multimedia. Das Verbinden der einzelnen Komponenten unter Zugrundelegung eines Lernalgorithmus eröffnet dem Lehrenden selbst die Möglichkeit, Lernsequenzen zu erstellen. Die Interaktivität wird durch das Eingreifen des Lernenden in das Lernprogramm programmtechnisch strukturiert. Sie konkretisiert sich in den Möglichkeiten, die durch den Autor mit den Verzweigungen (Rückkopplungen) definiert sind. Insofern liegt die Güte eines Programms im wesentlichen in den Händen des Autors. Dabei sind die lernpsychologischen Aspekte zu berücksichtigen, zu denen u.a. die adressatengerechte Auswahl und Aufbereitung der Inhalte, die ergonomische Gestaltung der Bildschirmoberflächen, die Motivation der Studierenden sowie die Erhaltung der Konzentrationsfähigkeit über einen längeren Zeitraum zu zählen sind.

Für die Hochschulausbildung Lernsoftware zu erstellen, kann nur den Rückgriff auf Ressourcen von Texten, Graphiken, Berechnungsprogrammen, Foliensets, Videomaterial, Diaserien, Simulations- und Programmiersoftware bedeuten. Ihre konsequente Aufarbeitung für die elektronische Datenverarbeitung stellt dann eine zugriffsfähige Datenbank dar, die es ermöglicht, unter pädagogischen Gesichtspunkten aus diesem Pool Lernsoftware zu erstellen. So kann Vorlesungsstoff mit ausgesuchten Bildsequenzen oder auch schematischen Abläufen verbunden und in einem Dialog zwischen dem Lehrenden und Lernenden interessant vermittelt werden. Im Rahmen von Übungsaufgaben, das gilt auch für Vorhaben, können Informationen als Hilfestellung zur Lösung von (Labor-) Programmieraufgaben bereitgestellt und entweder über Simulationen oder an Betriebsmitteln ausgetestet werden. Der Akzent liegt an dieser Stelle auf der Erstellung eigener Lernsoftware, einem Verfahren, das im Hochschulbereich der Individualität der Vermittlungsprozesse angemessen Rechnung trägt. In den ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen ist der Personal-Computer schon im Studium zum Handwerkszeug bei Berechnungen und bei Meßaufgaben im Labor zu zählen, so daß der Einsatz von Lernsoftware überall dort, wo keine beratende Funktion von dem Lehrenden im Lernprozeß erwartet wird, angedacht werden kann.

Die Umsetzung der aufgezeigten Vorstellungen für die Erstellung von Lernsoftware im Hochschulbereich hängt von den zur Verfügung stehenden Werkzeugen (Authoring Tools) ab. Nur wenn eine einfach zu handhabende Hardware und eine problemlose Archivierung und Programmerstellung zur Verfügung steht, werden Medienruinen vermieden.

Die technische Entwicklung hat bezüglich der Integration von Bild und Ton in den letzten Jahren große Fortschritte gemacht. Das Problem bezieht sich auf die Speicherung von Bildern, wobei einfache schon 150 KB benötigen. Daher stoßen Datenraten von 240 MB pro Minute Laufzeit von Videosequenzen auf Grenzen der Speicherkapazität von Festplattenlaufwerken von PC. In der ersten Generation, die den aktuellen auf die praxisnahe Anwendung bezogenen Standard derzeit repräsentiert, werden daher über die RS232-Schnittstelle ansteuerbare Videorecorder und Bildplattenspeicher eingesetzt. Die Einbindung von Bild- und Tonsequenzen in den Ablauf von Lernprogrammen bereitet keine Probleme, wenn man von der unzureichenden Zugriffszeit auf Bildsequenzen bei Videorecordern während des Umgangs mit dem Lernprogramm absieht. Mit einem von Intel entwickelten neuen DVI-Chipsatz, der aus zwei programmierbaren Prozessoren besteht, werden die Nachteile des Spulens bei Recordern dahingehend überwunden, daß eine Kompression von 1:50 bei der Speicherung und die entsprechende Expansion bei der Wiedergabe von Bilddaten vorgenommen wird. Diese DVI (Digital Video Interaktive) Technologie erlaubt auf einem CD-ROM mit einer Kapazität von 600 MB die Speicherung von ca. 70 Minuten Video. Die mit dieser Technologie auf Standards wie PLV (Production Level Video) und RTV (Real Time Video) abgestimmte Komprimierung eröffnet den Zugriff auf zentrale Bild- und Tondatenbanken über lokale und Weitverkehrsnetze (Multimedia, 1992).

Für die Erstellung der Lernsoftware werden Autorensysteme eingesetzt. Zu ihnen sind u.a. Programme wie TENCORE oder TOPIC zu zählen. Auf dem Markt befinden sich derzeit annähernd 300 Programmiersysteme. Sie beinhalten im wesentlichen einen Editor und die Möglichkeit, Videosequenzen sowie Bildgrafiken einzuscannen. Die Handhabung bewegt sich teilweise auf einem sehr einfachen Niveau um sicherzustellen, daß auch Programmierungeübte mit dem System umgehen können. Eine derzeit zum Standard gehörende Programmiersofware ist die der Fa. TENCORE, die PASCALE-ähnliche Strukturen aufweist. Die zukünftige Entwicklung bei Multimedia geht in Richtung von TOOL-BOOK, mit dessen Hilfe elektronische Medien verknüpft werden können.

Auf dem Medienmarkt wird eine Vielzahl von Lernsoftware, einbindbar in WINDOWS, angeboten. Sie erstreckt sich auf die Gebiete der Allgemeinbildung, der Berufsausbildung bis hin zur Schulung von Mitarbeitern. Im Hochschulbereich werden in einzelnen Disziplinen Übungsprogramme angeboten. Eine Zentralstelle für Hochschulsoftware ist an der Universität Karlsruhe angesiedelt. Dabei ist festzustellen, daß zunehmend Programme für den Fachhochschulbereich für CIM entwickelt werden.

Eine Marktuntersuchung für Lernprogramme für das Berufsfeld Metall im berufsbildenden Bereich weist insgesamt 57 Programme aus, wobei der Schwerpunkt in den C-Technologien - CNC, Steuerungstechnik - zu finden ist. Dabei zeigt sich, daß ein deutliches Übergewicht in den Bereichen vorhanden ist, die sich mit Neuen Technologien und insbesondere Computertechnologien befassen (71 %) (Sönnichsen, 1992).

Ein wichtiges Kriterium für den Einsatz von Lernsoftware ist in der Effektivität für den Lernprozeß zu sehen. Untersuchungen, die von uns mit einem CNC-Lernprogramm durchgeführt worden sind, zeigen, daß im Vergleich zum herkömmlichen Unterricht signifikant keine Unterschiede sind. Vielmehr ist davon auszugehen, daß Lernprogramme in der Vermittlung von Fakten und zur Übung bessere Ergebnisse als der herkömmliche Unterricht zeigen. Bei Schulungen mit CBT am Arbeitsplatz konnte ermittelt werden, daß der eigentliche Schulungsaufwand gesenkt werden konnte.

Dabei verkürzte sich die begleitende Schulungsdauer durch den Einsatz von CBT von 58 auf 38 Tage. Diese Untersuchungen, die bei der Fa. SAS durchgeführt wurden, werden bestätigt durch Befragungen, die der Lernprogrammhersteller AIM bei 148 Firmen durchgeführt hat. Dabei zeigt sich generell, daß Computerlernprogramme von jüngeren Teilnehmern dann akzeptiert werden, wenn sie als Ergänzung von Seminarveranstaltungen eingesetzt werden. Der Erfolg wurde dann als sehr hoch eingeschätzt, wenn sie in Verbindung mit der veränderten Funktion des Trainers vermittelt werden. Wie auch bei dem gruppengesteuerten Lernen, wird dem Lehrenden die neue Rolle des Beraters zugewiesen (Schwarz & Kramer, 1991).

6. Zusammenfassung

Der Weg, Veränderungen auf der Ebene der Hochschulen durchzusetzen, ist ein dornenhafter und, wie die Ergebnisse der Studienreformkommissionen zeigen, bisher ein nur begrenzt erfolgreicher. Er kann es auch nicht sein, da eine direkte existentielle Betroffenheit für die Hochschulen und respektive für die Lehrenden nicht gegeben zu sein scheint. Mit der Öffnung der Märkte werden aber auch die Hochschulen auf europäischer und auf globaler Ebene durch die Wahl des Studienortes durch die Studenten verstärktem internationalen Druck gegenüberstehen, der sie zwingen wird, den Anforderungen, die der globale Wettbewerb auf dem Sektor der Ausbildung vorgibt, zu entsprechen. Auf Grund der Kennzahlen der MIT-Studie, die in den europäischen Unternehmen zur Einführung der "Lean Produktion" führte, was gleichsam neue Wege in der Fort- und Weiterbildung in den Industrieunternehmen induzieren mußte, sollte zumindest auch über eine "Lean Education" nachgedacht werden, deren Akzentuierung auf die Vermittlung von Schlüsselqualifikation in Verbindung mit fach- und fachübergreifenden Schlüsselinhalten zu legen ist. Der Einstieg in das einzelgesteuerte Lernen mit Multimedia Lernprogrammen und die durch die Studienordnung festzulegende Gruppenarbeit zur Entwicklung von Synergieeffekten bei mindestens einer Studien- oder Diplomarbeit wäre ein möglicher Schritt in die richtige Richtung.

Literaturhinweise:

Bähr, W. H.: CBT von A - Z. TIBB: Technische Innovation und Berufliche Bildung (1990) H. 4, S. 28.

"Die Kostenfrage muß gelöst sein . . .": Daten und Prognosen einer Multimedia-Marktuntersuchung vom Oktober/Dezember 91. Q-Magazin: Berufliche Qualifizierung International (1992) Heft 1, S. 50-53.

Götz, K. u. Häfner, P.: Computerunterstütztes Lernen in der Aus- und Weiterbildung. Weinheim 1991.

Lauterbach, R.: Auf der Suche nach Qualität: Pädagogische Software. Zeitschrift für Pädagogik (1989) H. 5, S. 699-711.

LSW, Landesinstitut für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Software Dokumentations- und Informationssystem SODIS. Soest 1992.

Multimedia - von der Vision zur Realität (1992). IBM Nachrichten 42 Jg. (1992) H. 310, S. 58-63.

Reetz, L., Reitmann, T.: Schlüsselqualifikationen. Dokumentation des Symposiums in Hamburg "Schlüsselqualifikationen - Fachwissen in der Krise?". Hamburg 1990.

Roth, H.: Pädagogische Psychologie des Lehrens und Lernens. 16. Aufl. Hannover 1983.

Sauer, St. u. Vollmuth, J.: Multimedia-Technologie, Trends von morgen. Chip (1991) H. 12, S. 48-55.

Schwarz, H. u. Kramer, H.: Einsatz von Computer-Lernprogrammen in der betrieblichen Ausbildung. AIM GmbH (Hrsg.). 2. Aufl. München 1991.

Sönnichsen, S.: Einsatzmöglichkeiten des Personal-Computers als methodisch-didaktisches Instrument im Unterricht der beruflichen Schulen der Fachrichtung Metalltechnik. Hausarbeit im Rahmen der Ersten Staatsprüfung. Hannover 1992.

Steinbrink, B.: Multimedia - Baukästen: Autorensysteme und -werkzeuge im Vergleich. c't (1992) H. 5, S. 70-79.

Theuerkauf, W. E.: Mit FLS zu CIM. Didacticum (1991) H. 10, S. 16-19.

Theuerkauf, W. E. u. Weiner, A.: Qualifikationsmittel für Steuerungs- und Regelungstechnik in der beruflichen Bildung. Arbeiten und lernen (1990) H. 71, S. 26 - 28.

Theuerkauf, W. E. u. Weiner, A.: Die Vermittlung von Schlüsselqualifikationen mit integrierten Lernorten, dargestellt am Beispiel des Flexiblen-Lernlabor-Systems (FLS). In: CIM-Qualifizierung in Europa. Tagungsband der Europäischen Konferenz am 19.09.1991. ITB Universität Bremen (Hrsg.). Bremen 1991, S. 61-72.

Theuerkauf, W. E. u. Weiner, A.: Key Qualifications As An Ability For A Technical Education. International Conference On Technology Education, April 25-30th 1992, Weimar 1992.

Womack, J. P., Jones, D. T. u. Roos, D.: Die zweite Revolution in der Automobilindustrie: Konsequenzen aus der weltweiten Studie des Massachusetts Institute of Technology. Frankfurt 1991.

Voordracht gehouden tijdens de 404e werkvergadering.

NEDERLANDS ELEKTRONICA- EN RADIOGENOOTSCHAP
404e werkvergadering

UITNODIGING voor het NERG onderwijssymposium op woensdag 28 oktober 1992 in zaal 3.46 van het hoofdgebouw van de Hogeschool Eindhoven, Rachelsmolen 1, Eindhoven.

THEMA: PLAATS, VORM EN INHOUD VAN HET HTO-ONDERWIJS IN DE ELEKTROTECHNIEK



PROF. DR. IR. E. H. NORDHC

PROGRAMMA:

09.30 - 09.50 uur: Ontvangst en koffie

09.50 - 10.00 uur: Korte inleiding door de dagvoorzitter
PROF. DR. IR. W. M. G. VAN BOKHOVEN

10.00 - 10.45 uur: Ontwikkelingen van de Hoger Technische Opleiding Elektrotechniek: Sisyphuswerk?
DIPL. PHYS. H. J. HECKMAN, lid CVB Hogeschool Heerlen

10.45 - 11.30 uur: Interactie tussen Overheid, Onderwijs en Industrie rond Nieuwe Technologieën,
DRS. P. MAY, Dir. OPTIPAR b.v.

11.30 - 12.15 uur: HBO onderwijs en de industrie - taken, behoeften, afstemming en ontwikkelingen
(spreker nog niet bekend), PHILIPS b.v.

12.15 - 13.30 uur: Lunch

13.30 - 14.15 uur: Veränderte Anforderungen an Lernprozesse in der Hochschulausbildung
PROF. DR. ING W.E. THEUERKAUF, Univ. Hildesheim, BRD

14.15 - 15.00 uur: Ontwerpgereedschap in de analoge techniek,
PROF. DR. IR. E. H. NORDHOLT, Cathena Microelectronics - TUD

15.00 - 15.30 uur: Thee

15.30 - 16.15 uur: Opleiding Medische Ingenieurstechnieken - Een multidisciplinaire attractiepool voor elektrotechnici,
PROF. DR. IR. K. G. M. SOUDAN EN
PROF. DR. SC. J. J. M. KUPPENS, KIH Antwerpen

16.15 uur: Drankje en sluiting.

Aanmelding voor deze dag dient te geschieden voor 15 oktober aanstaande d.m.v. de aangehechte kaart, gefrankeerd met een postzegel van 60 cent.

Het aantal deelnemers is beperkt tot 150. Tijdstip van ontvangst is beslissend voor deelname.

De kosten voor deelname bedragen *f* 15.00 inclusief lunch.
Betalingen dienen voor 15 oktober te zijn ontvangen op girorekeningen 94746 t.n.v. Penningmeester NERG, Postbus 39, 2260 AA Leidschendam.

Namens het NERG,
Prof. W. van Bokhoven
Voorzitter Onderwijscommissie
Tel. 070 - 3325112 (administratie NERG)

Eindhoven, september 1992.

ONTWERPGEREEDSCHAP IN DE ANALOGE TECHNIEK

E.H. Nordholt
Catena Microelectronics B.V., Delft
T.U. Delft

DESIGN TOOLS IN ANALOG TECHNIQUES

The role of design tools in analog techniques will be discussed. It has been established that these, at least partly, play a completely different role than in the digital technique. The analog designer is a lot closer to the physical level compared with his "digital colleague", has to deal with many more different basic functions and specifications and therefore needs to be trained to synthesize structures on a transistor level. Only if well-structured design methods are accepted will more powerful design tools come within reach.

De rol van ontwerpgereedschappen in de analoge techniek wordt besproken. Geconstateerd wordt dat deze, althans gedeeltelijk, een geheel andere rol spelen dan in de digitale techniek. De analoge ontwerper staat veel dichter bij het fysische niveau dan zijn "digitale collega", heeft met veel meer verschillende basisfuncties en specificaties te maken en dient daarom opgeleid te worden om structuren op transistorniveau te synthetiseren. Pas als daarvoor een systematiek aanvaard is, komen krachtiger ontwerpgereedschappen binnen handbereik.

1. INLEIDING

Het ontwerpen van elektronische circuits voor analoge signaalverwerkingssystemen kent traditioneel een meer "ambachtelijke" aanpak dan het ontwerpen van digitale systemen. Dit is niet verwonderlijk als men bedenkt dat in de breedte de kennis sterk is achtergebleven bij die van het eerst hogere niveau nl. het ontwerpen van elektronische systemen m.b.v. catalogus componenten of standaard bouwstenen. Hoewel er een grote vraag is naar ontwerpers die het ontwerpen van microelektronica tot op detailniveau beheersen, lijkt het onderwijs zich nog nauwelijks met dergelijke details te willen bezighouden.

Dat de digitale techniek de analoge techniek niet heeft verdrongen en dat ook in de toekomst niet zal doen is inmiddels aan vrijwel iedereen duidelijk. De methoden van zogenaamd digitaal ontwerpen verschillen drastisch van die in het analoge gebied. In het laatste geval dient de ontwerper zelf zijn systeem bouwblokken te ontwerpen, terwijl voor digitaal systeem ontwerpen deze als bouwstenen of modules beschikbaar zijn. Er zijn op dit moment geen ontwerpgereedschappen beschikbaar die een bouwblok met gegeven specificatie kunnen synthetiseren. Alleen bij gegeven topologie, is er met sommige software pakketten een optimalisatie mogelijk.

Het belangrijkste ontwerpgereedschap in de analoge techniek is daarom nog steeds het hoofd van de ontwerper. Helaas wordt dat hoofd in de opleidingen meestal volgepropt met niet nuttige encyclopedische kennis m.b.t. de microelektronica. De meeste wel nuttige kennis die in andere vakken wordt verworven, wordt binnen het elektronica onderwijs niet of nauwelijks gebruikt. Het huidige elektronica onderwijs kenmerkt zich door het presenteren van oplossingen en het vinden van de bijbehorende problemen in plaats van andersom.

Hoewel de algemene kennisontwikkeling m.b.t. de analoge techniek eerder een negatieve dan een positieve helling vertoont, is de ontwikkeling van gereedschappen die het ontwerptraject ondersteunen geleidelijk verder gegaan.

In dit artikel zal kort worden ingegaan op de thans beschikbare ontwerpomgeving.

2. HET BELANGRIJKSTE ONTWERPGEREEDSCHAP

Het ontwerpen van een elektronisch circuit kan worden omschreven als het zoeken naar en dimensioneren van een geschikte structuur die een benadering realiseert van een ideale signaalbewerkings- of referentiefunctie. Bij dit zoekproces speelt de computer (nog) geen rol van betekenis.

De huidige aanpak is heuristisch van aard. Ervaren elektronici vinden soms fraaie oplossingen op basis van intuïtie en ervaring. Tekstboeken en publikaties over elektronische schakelingen presenteren vrijwel zonder uitzonderingen paradigmata i.p.v. zoekstrategieën. De definitie van het ontwerpprobleem als uitgangspunt voor een zoekstrategie is één van de moeilijkste taken van de ontwerper. Het betreft hier een interpretatieprobleem dat samenhangt met de aard van de informatie die moet worden verwerkt en de omgeving waarin de te ontwerpen schakeling moet functioneren. Voor een juiste interpretatie is inzicht nodig in signaal- en systeemtheorie, fysica en enkele andere disciplines. Specifiek dient men de signaalkarakteristieken en transducent-karakteristieken te kennen en zich te realiseren welke informatie men aan het signaal wil onttrekken en welke fouten men daarbij mag toelaten.

Na de formulering van de specificatie van de te realiseren schakeling kan het ontwerpproces beginnen. Het start met het formuleren van de ideale functie en het in kaart brengen van mogelijke imperfecties. De te verwachten imperfecties worden bepaald door een aantal essentiële fysische begrenzingen (ruis, vermogen, snelheid) alsmede door een aantal omgevingsfactoren (temperatuur, voedingsbron, EMI, etc.). T.a.v. al deze factoren zal men een goed beeld moeten hebben hoe ze de werking van het te exploiteren primaire mechanisme beïnvloeden.

Nemen wij als voorbeeld het versterkingsmechanisme dat wij bij een juiste toevoeging van DC (i.h.a., deterministisch) vermogen kunnen vinden in zgn. actieve componenten, dan blijkt dat versterking bijv. mogelijk is in een bipolaire transistor, maar dat dit een slechte benadering van de ideale versterkingsfunctie oplevert. Om de kwaliteit te verbeteren heeft men de beschikking over fout-reductie technieken waarbij isolatie, compensatie en tegenkoppeling het belangrijkst zijn. Door inventarisatie van de mogelijkheden en het expliciet formuleren van strategieën en hun te verwachten

resultaten kan men het ontwerpen van iedere functie systematisch benaderen.

Het ontwerpgereedschap bestaat dan uit goed geformuleerde strategieën en routines, op basis waarvan men het zoekproces richting geeft en de structuur en dimensionering van een circuit synthetiseert. De basisstructuur van de schakeling wordt zo gevonden, zonder dat men boeken met 1001 schakelingen hoeft te raadplegen. Men heeft bovendien de zekerheid dat men rechtstreeks doordringt in het juiste gebied van de "ontwerpruimte".

3. ONDERSTEUNEND ONTWERPGEREEDSCHAP

a. De circuitsimulator

Het bovengeschetste ontwerptraject kan en moet tot aan een produceerbaar prototype worden ondersteund door software. In het vroegste stadium betreft het slechts het gebruik van verificatie tools. Men kan de verificatie op verschillende hiërarchische niveaus uitvoeren. Het hoogste niveau komt overeen met de grootste mate van abstractie, ontleend aan de daarvoor beschikbare abstracties in de (niet-lineaire) netwerktheorie. Op het laagste niveau worden de complete modellen van de componenten in de verificatie betrokken.

Deze verificatieprocedure wordt ondersteund door een circuitsimulator zoals (P)Spice. Voor het invoeren van de circuit-topologie kan men werken met een schema-invoerprogramma (bv. OrCAD SDT) ofwel een circuit beschrijving maken in de vorm van een netlist. Zowel het schema-invoerprogramma als de circuitsimulator dienen de hiërarchie te ondersteunen. M.a.w. modellering van het circuit op verschillende abstractieniveaus dient mogelijk te zijn. Op grond van kennis van het gedrag van de componenten en de modificaties die dit gedrag ondergaat door toepassing van fout-reductie technieken, kan men met vrucht gebruik maken van de in PSpice beschikbare ABM optie (Analog Behavioral Modeling). De circuitsimulator doet niets anders dan het vinden van een numerieke oplossing van het ingevoerde netwerk. De verificaties die mogelijk zijn betreffen het DC gedrag (instelpunt en karakteristieken), het (dynamisch) klein-signaal gedrag (AC analyse), het (klein-signaal) ruisgedrag en het dynamisch groot-signaal gedrag (transient analyse). Vooral dit laatste gedrag is analytisch zeer moeilijk te beschrijven (niet-lineair dynamische diff. vergelijkingen). De numerieke oplossing hiervan, hoewel beperkt in het verstrekken van ontwerpinformatie, kan dan ook als een zegen worden beschouwd. Van de andere analyse typen kan men zeggen dat zij het leven van de ontwerper vergemakkelijken.

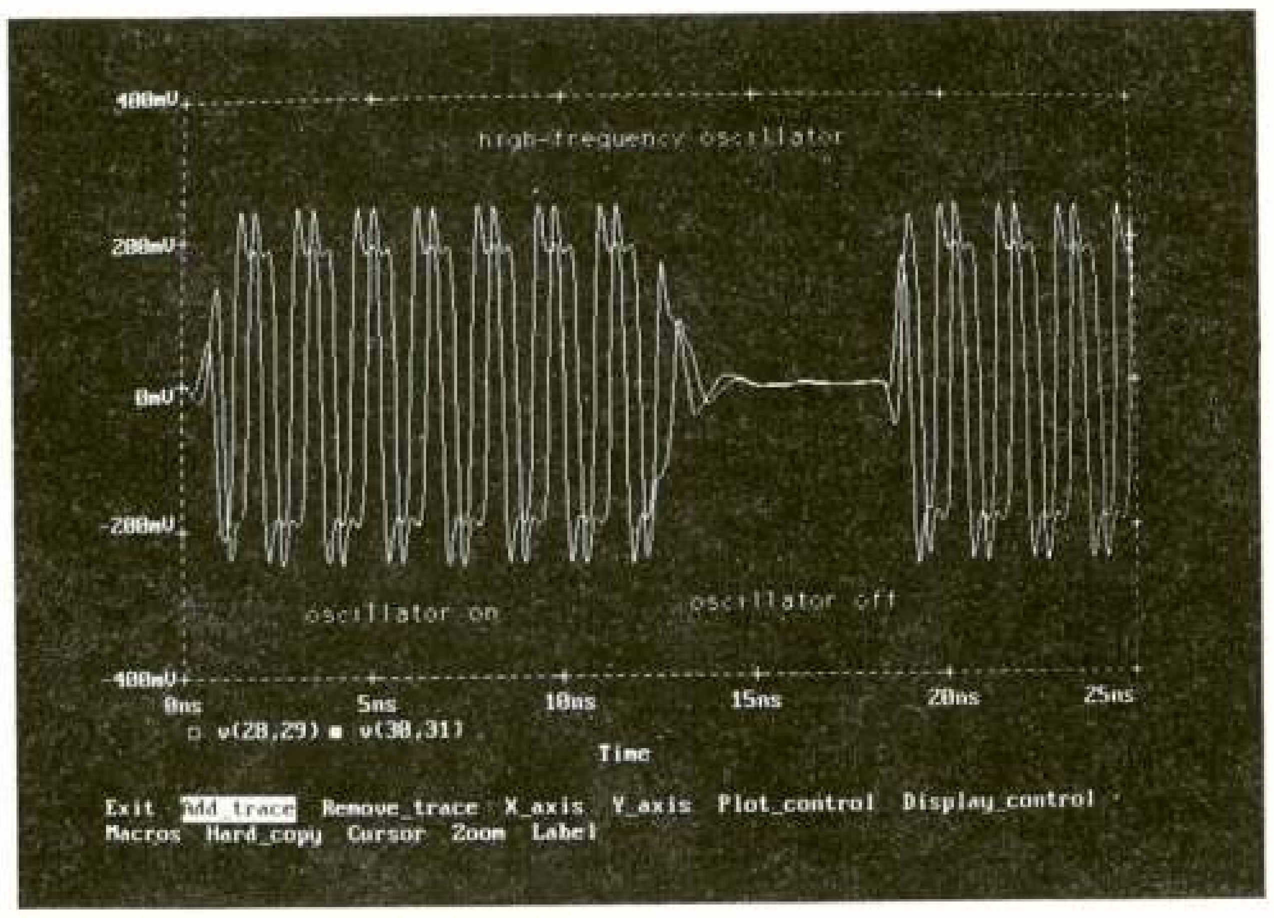


Foto 1: Transient analyse van een hoog-frequent oscillator (200 MHz); simulatie resultaat van PSpice.

Dit gemak leidt echter snel tot gemakzucht m.b.t. het uitvoeren van simpele handberekeningen. Ook leidt het, naarmate snellere computers beschikbaar komen, snel tot de klassieke "potmeter benadering". In plaats van deze benadering te ontmoedigen wordt de circuitsimulator vaak aangeprezen als een vervanger van het lab. tafelexperiment.

De mogelijkheid tot abstraheren van de modellen leidt anderzijds tot een veel krachtiger ontwerpomgeving dan het vervaardigen van een laboratorium model. Men kan slecht begrepen effecten gemakkelijk traceren. Zeker als het gaat om geïntegreerde circuits, geeft een simulatie een betere voorspelling van de werkelijkheid dan een breadboard, mits de modellen en modelparameters correct zijn. Een verder sterk punt van simulatie is de mogelijkheid de invloed van parametervariaties te bestuderen (sensitivity, worst case, Monte Carlo analyses), zodat men een goede indruk kan krijgen van de (re)produceerbaarheid van het circuit.

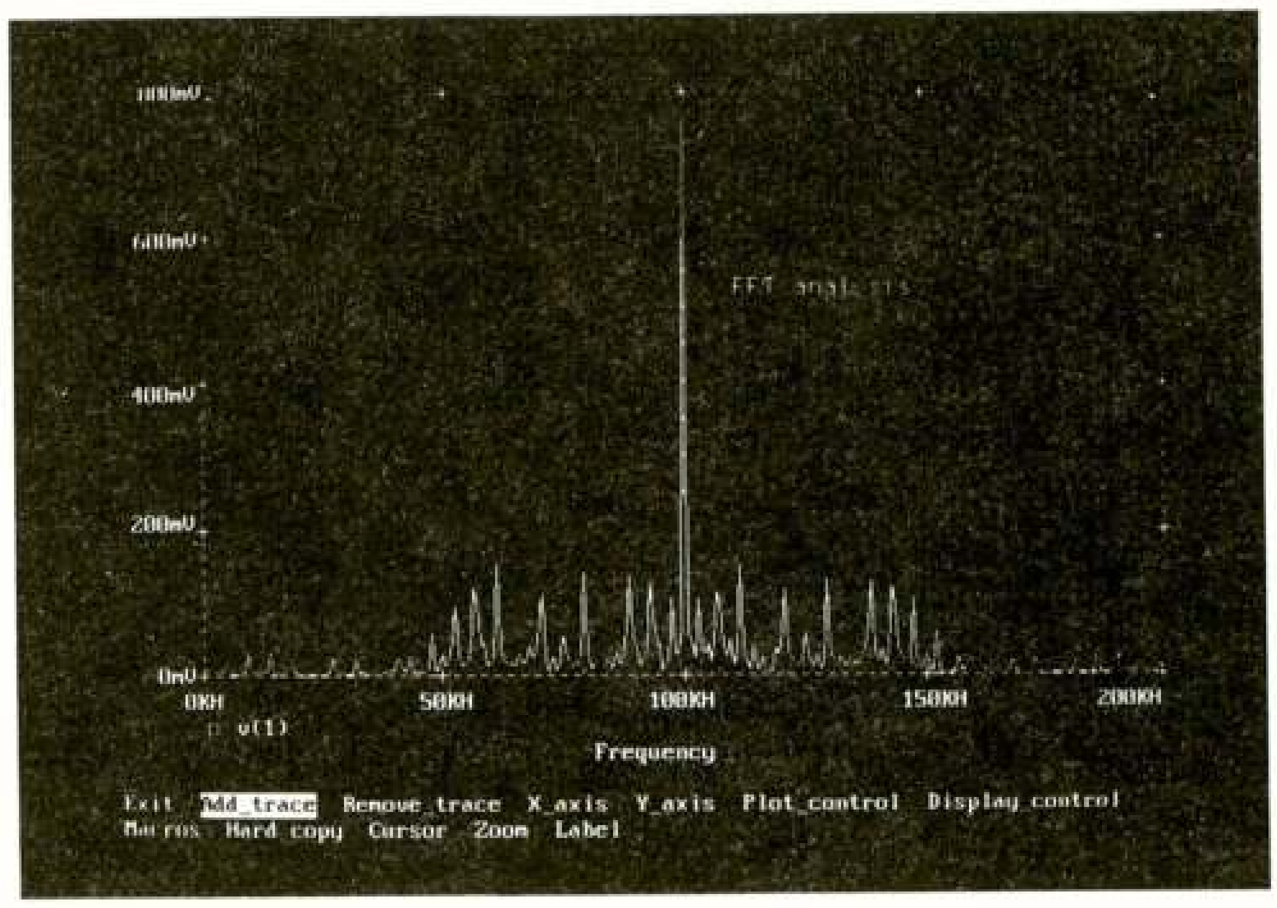


Foto 2: Voorbeeld van een Fast Fourier transformatie gebruik makend van Probe (grafische post processor).

Na een grondige verificatie van het circuit t.a.v. alle relevante gedragsaspecten (zie oorspronkelijke probleemstelling en de daaruit voortvloeiende specificatie) is het moment aangebroken waarop de circuitstructuur moet worden vertaald naar een fysische implementatie. Wij zullen ons hier beperken tot een implementatie in monolithische techniek; voor andere realisatietechnieken is het traject niet wezenlijk anders.

b. Layout software

Na een circuit verificatie komt de layout fase. Het circuit dient te worden "afgebeeld" op silicium. Dit traject heeft in de analoge techniek noodgedwongen een vrij ambachtelijk karakter. Er is voorlopig weinig of geen kans dat het schema automatisch in een layout wordt vertaald. Het aantal overwegingen waarmee de analoge ontwerper heeft te maken in dit proces is zo groot (en alweer zo weinig expliciet) dat een universele analoge silicon compiler nog ver buiten bereik ligt. Vooral het vermijden van overspraak effecten door niet ideale geleiding van de "bedrading" en door substraatkoppelingen vergen speciale aandacht. Bovendien dient men stroomdichtheids- en thermische effecten niet uit het oog te verliezen. De gangbare manier van layouten betreft het plaatsen en verbinden van als cel gedefinieerde componenten: transistoren, weerstanden, condensatoren, diodes, substraat contacten, isolatie diffusies, etc. Meestal moeten ook cellen specifiek worden opgebouwd. In dit laatste geval zullen alle maskers die bij het processen van de betreffende component worden gebruikt, moeten worden gedefinieerd. Men dient hiertoe te beschikken over de design rules van het betreffende IC proces.

Voor het layouten maakt men gebruik van een layout-editor; een geavanceerd tekenprogramma. Een voorbeeld hiervan, geschikt voor gebruik op de PC is ICED-32.

Men kan hiermee tot 100 layers definiëren en oppervlakten van 2500 cm^2 hanteren met een resolutie van 1 nm. M.b.v. een design rule checker (ICED DRC) kan men, indien de DRC-file goed is gedefinieerd, fouten opsporen. De output van het programma komt beschikbaar in zgn. streamformat dat door elke halfgeleider fabrikant kan worden gebruikt om de benodigde maskers te genereren.

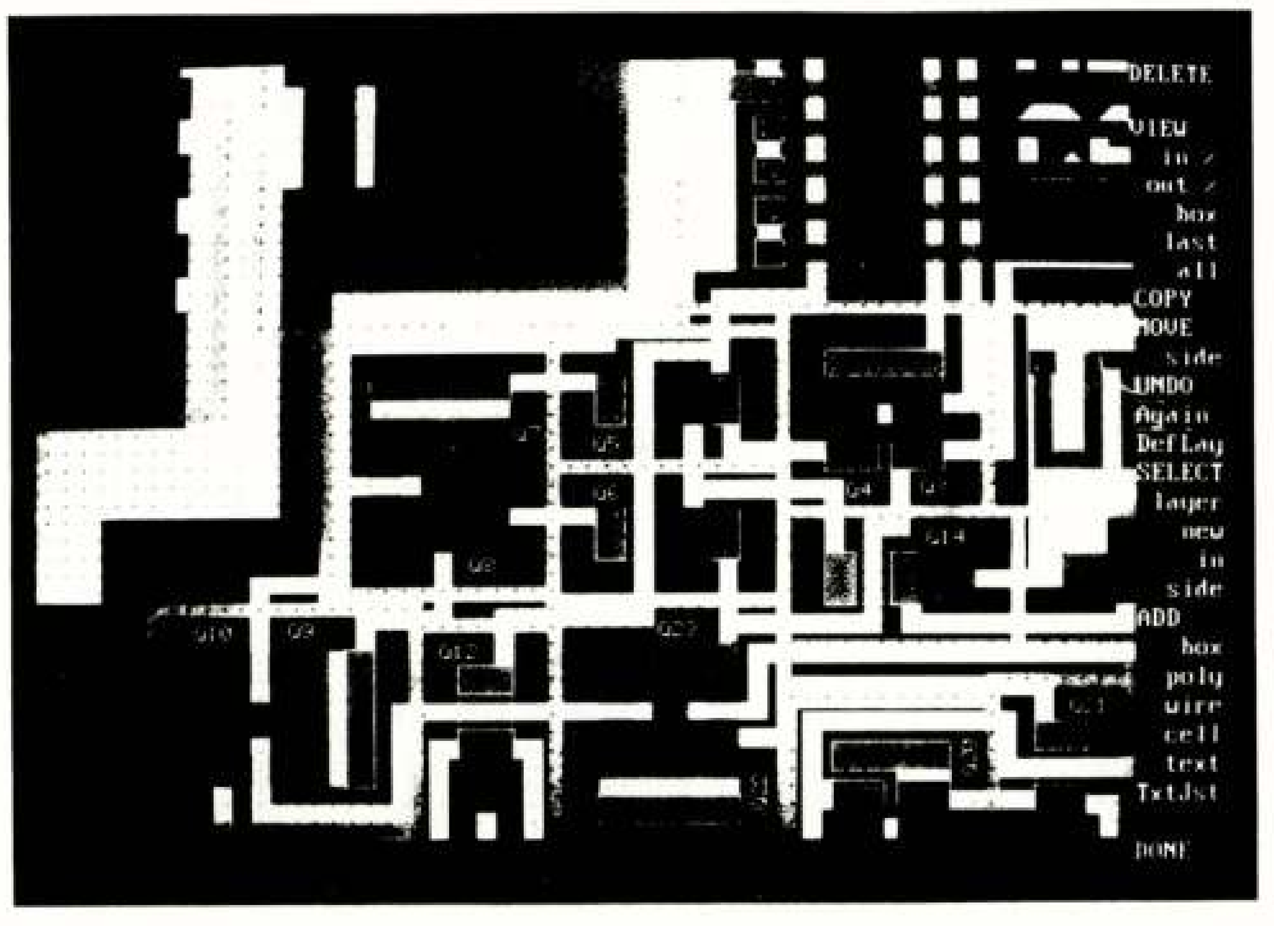


Foto 3: Beeldschermfoto van een IC-layout, gecreëerd door ICED-32.

c. Layout verificatie

De consistentie tussen layout en schema dient uiteraard geverifieerd te worden. Bij gebrek aan een voorwaards pad dat deze consistentie volledig bewaakt, wordt gebruik gemaakt van meer of minder geavanceerde gereedschappen.

Bij de ambachtelijke methode komt de back-annotation tot stand via handcontrole op de juistheid van verbindingen en componentwaarden. Bij kleine IC's is dit nog enigszins te doen; bij grote worden gemakkelijk fouten over het hoofd gezien. Back-annotation via de computer is dan ook een veel veiliger methode. Men maakt hierbij in het eenvoudige geval gebruik van een layout-versus-schematic tool (LVS) waarbij de verbindingen naar de aansluitklemmen van de componenten worden vergeleken met die in het schema op het niveau van de voor de simulatie gebruikte netlist. Meer geavanceerde tools extraheren bovendien een aantal parasieten, zoals capaciteiten tussen en weerstanden van verschillende verbindingslagen. Sinds kort zijn dergelijke gereedschappen ook beschikbaar voor de PC (PCSpace).

Het geëxtraheerde circuit wordt in de vorm van een Spice netlist met geconcentreerde parasitaire elementen als uitvoer gegenereerd en kan opnieuw worden gesimuleerd. Voorwaarde voor een goede verificatie is uiteraard dat de modellen van de parasieten zo goed mogelijk overeenkomen met de werkelijkheid.

d. Beperkingen

De bovenomschreven werkwijze met geavanceerde ontwerp- en verificatie gereedschappen suggereert dat er maar weinig mis kan gaan bij de vervaardiging van een analoog IC. Er zijn echter nog zo veel tekortkomingen dat het te ver zou voeren ze allemaal in het bestek van dit artikel te noemen.

Enkele dikwijls niet gesignaleerde problemen kunnen hier niet onvermeld blijven. Het eerste betreft de geldigheid van de modellen en de nauwkeurigheid van de modelparameters. T.a.v. de modellen van de actieve componenten kan worden gesteld dat zij in bepaalde gebieden bepaalde aspecten van het werkelijke gedrag goed representeren. De ontwerper dient bekend te zijn met de beperkingen om het realiteitsgehalte van een simulatie te kunnen beoordelen. Helaas is de kennis hiervoor lang niet altijd aanwezig.

T.a.v. de nauwkeurigheid van de parameters moet worden opgemerkt dat deze met grote deskundigheid van de device fysica dienen te zijn geëxtraheerd. Bij de extractie worden veelal curve fitting routines gebruikt waarbij sommige parameterwaarden tegen elkaar kunnen worden uitgewisseld om een goede fit te verkrijgen. In dat geval kan het DC gedrag redelijk gemodelleerd zijn. Het ruis- en dynamisch gedrag kunnen verontrustend onjuist worden voorspeld.

Tenslotte moet men niet de indruk krijgen dat bij een juiste modellering en parameterextractie alle aspecten van het gedrag kunnen worden gesimuleerd. Een goed voorbeeld van het tekortschieten van simulatoren is de onmogelijkheid om het ruisgedrag in dynamische niet-lineaire systemen te analyseren. Dit betekent o.a. dat men bij het ontwerpen van oscillatoren, limiters, mixers, vermenigvuldigers, etc. is aangewezen op benaderende handberekeningen. De deskundigheid op dit gebied is slechts spaarzaam voorhanden.

4. CONCLUSIES

In het bovenstaande is beknopt de rol van ontwerpgereedschappen in de analoge techniek besproken. De software gereedschappen, hoewel niet volmaakt, bieden de mogelijkheid het ontwerptraject gestructureerd te doorlopen.

Het belangrijkste ontwerpgereedschap, het hoofd van de ontwerper, wordt veelal ongestructureerd gevuld met elektronica kennis. T.a.v. de opleidingen betekent dit dat men zich dient te bezinnen op het elektronica curriculum. Men dient ervoor te waken dat de elektronica niet als een specialisme gaat worden beschouwd. Het bestuderen van alleen de toepassingsgebieden van de elektronica is te vergelijken met het bouwen van een huis op drijfzand.

Alleen indien men de elektronica (de belangrijkste implementatietechniek van informatie verwerkende systemen) beheerst, mag men verwachten in de toepassingsgebieden een leidende rol te kunnen (blijven?) spelen.

Voordracht gehouden tijdens de 404e werkvergadering.

NEDERLANDS ELEKTRONICA- EN RADIOGENOOTSCHAP
406e werkvergadering
AUDIO ENGINEERING SOCIETY
KIVI AFDELING TELECOMMUNICATIE
KIVI AFDELING ELEKTROTECHNIEK
NIRIA AFDELING ELEKTROTECHNIEK
IEEE AFDELING BENELUX

UITNODIGING voor de werkvergadering op dinsdag 24 november 1992 in de Grote Zaal WO van het Philips Natuurkundig Laboratorium, Prof. Holstlaan, Eindhoven.

THEMA: CREATIEF MANAGEMENT VAN ONDERZOEK

PROGRAMMA:

10.15 - 10.45 uur: Ontvangst en koffie

10.45 - 11.30 uur: "Ontwikkeling Research Management at Global Level"
PROF. DR. IR. H. L. BECKERS,
Oud Research Coördinator Koninklijke/SHELL

11.30 - 12.15 uur: "Van vrij onderzoek naar contract-research"
DRS. M. G. CARASSO,
Directeur Philips Natuurkundig Laboratorium

12.30 - 14.00 uur: **LUNCH**

14.00 - 14.45 uur: "Is research bestuurbaar?"
IR. P.P. 'T HOEN,
Directeur Corporate Development Koninklijke PTT Nederland NV

14.45 - 15.30 uur: "HDTV beeldsensoren"
DR. IR. A. J. P. THEUWISSEN,
Groepsleider Microcircuits, Philips Natuurkundig Laboratorium

15.30 - 15.50 uur: Theepauze

15.50 - 16.30 uur: **Uitreiking van de Dr. Ir. C. J. de Groot Plaquette aan DR. IR. K. TEER**
Inleiding: ir. A. Boesveld,
voorzitter Stichting Dr. ir. C. J. de Groot Fonds
Considerans: dr. ir. T. A. C. M. Claassen
Uitreiking: prof. ir. J. de Haas

16.30 - 18.00 uur: RECEPTIE

Aanmelding voor deze feestelijke Werkvergadering is verplicht en dient te geschieden vóór 11 november 1992 door middel van de aangehechte kaart, gefrankeerd met een postzegel van 60 cent. Genodigden en leden van bovengenoemde verenigingen hebben vrij toegang. Kosten van deelname van niet-leden bedragen *f* 15,-- die vóór 11 november 1992 moeten zijn overgemaakt op girorekening 94746 t.n.v. Penningmeester NERG te Leidschendam.
De beschikbare lunchruimte biedt plaats aan maximaal 150 personen. Tijdstip van ontvangst van de kaart is beslissend voor de deelname aan de lunch. Als blijkt dat u wegens overtekening niet kunt deelnemen, ontvangt u hierover van ons vooraf bericht. Eventueel kan gebruik worden gemaakt van het reguliere bedrijfsrestaurant van het Laboratorium.
Het Natuurkundig Laboratorium is bereikbaar met bus 7, die vertrekt vanaf de oostzijde van de noorduitgang van het station Eindhoven.

Namens de deelnemende verenigingen,
ir. J. van Egmond
Tel. 035 - 892852

ir. P. R. J. M. Smits,
Tel. 070 - 3325112 (administratie NERG)

Hilversum, oktober 1992.

UITREIKING VAN DE Dr. Ir. C.J. de GROOT- PLAQUETTE 1992
24 november 1992

Toespraak van Ir. A. Boesveld, voorzitter van het Dr. Ir. de Groot-fonds

---

Dr. Ir. Cornelis Johannes de Groot, naar wie de plaquette is vernoemd die we vandaag voor de twaalfde maal kunnen uitreiken, is de grote pionier van het lange afstands radioverkeer geweest. Geboren op 27 januari 1883 in Den Helder, voltooide hij de studie werktuigbouwkunde aan de Delftse Polytechnische School, daarna behaalde hij een tweede ingenieursdiploma - ditmaal in de elektrotechniek- in 1906 te Karlsruhe. Hij werkte 1,5 jaar bij de General Electric Company in Berlijn en vertrok in 1908 naar het toenmalig Nederlands Oost-Indië waar hij werd aangesteld tot ingenieur bij het departement Gouvernementsbedrijven, afdeling PTT. Aanvankelijk voorbestemd voor de telegrafie werd hij al spoedig overgeplaatst naar de radiodienst. Dat zal hem zeer bevallen hebben, want sedert zijn 15e jaar was De Groot reeds een verwoed radio-amateur, die zich niet alleen met ontvangen, maar ook met zend-experimenten bezighield.

In 1911 realiseerde hij in het voormalig Nederlands Indië reeds propagatiegegevens en ontwikkelde hij een theorie voor de radio-overdracht voor de lange afstand. Bij zijn - cum laude - promotie aan de Technische Hogeschool te Delft bij Professor Van der Bilt in 1916 stelde hij reeds dat een directe radioverbinding tussen Indië en het moederland mogelijk was. In de toen heersende oorlogsomstandigheden was zo'n directe verbinding van onschatbaar strategisch belang. Het departement van kolonieën gaf De Groot dan ook opdracht om als chef van de Radiodienst zo'n verbinding te realiseren.

In 1916 wist hij reeds seinen van het Duitse station Nauen op te vangen in Sabang. In 1917 startte hij met proefuitzendingen vanuit de Malabarkloof. Door hem werd daarbij een uniek gebruik gemaakt van door de natuur geboden mogelijkheden: zijn bergkloofantenne baarde allerwegen opzien. Omdat men in Nederland zijn tempo niet kon bijhouden stuurde hij per pantserschip een zelfvervaardigde ontvanger naar ons land.

Dat was de stoot tot het bouwen van een ontvangstation in Sambeek bij Cuijk (Noord-Brabant) dat in 1919 gereed kwam. Het corresponderende zendstation in Kootwijk kwam pas in 1923 gereed, ongeveer gelijktijdig met het gereedkomen van de volgende generatie techniek van De Groot: Een 3000 KW Poulsen-booglamp-zender.

Inmiddels kwam de korte-golf techniek op:

In 1925 ontving het Indische Rantja Ekek seinen uit Nederland. De Groot liet een 3-lamps zender bouwen en nog in hetzelfde jaar was de kortegolftelegraafdienst Nederland-Indië operationeel.

In 1927 werden in Rantja Ekek spraak en muziek ontvangen van een kortegolfzender uit het Natuurkundig Laboratorium van Philips.

Door De Groot werd toen in één maand een telefoniezender voor korte golven (17,4 m) gebouwd, die door de PTT-ontvangers in Meijendel kon worden gehoord. In september van dat jaar waren de eerste kruisgesprekken Nederland-Indië mogelijk.

Door de ongebreidelde opkomst van allerlei al of niet commerciële zenders dreigde het korte golf spectrum overvol te raken. Om in deze wir-war ordening te brengen werd in de herfst van 1927 een internationale conferentie in Washington belegd. Op weg hier naar toe via Nederland overleed De Groot op 44-jarige leeftijd aan boord van een schip in de Rode Zee.

Het opzetten van zend- en ontvangstations was in de tijd van De Groot geen eenvoudige zaak. De radiopioniers van die dagen dienden zich ook met energie-opwekking, koeling, mechanische en civiele constructietechniek bezig te houden naast hun eigenlijke vak. Het waren ingenieurs die van vele markten thuis moesten zijn.

Dr. Ir. de Groot was zo'n all round ingenieur.

Een doorzetter en optimist die onder zeer moeilijke en primitieve omstandigheden, dikwijls met veel improvisatietalent, in de afgelegen en onherbergzame Malabarkloof werk van internationale betekenis verzette.

Hij zag de mogelijkheden van de nieuwste techniek en paste deze toe bij het tot stand brengen van nieuwe diensten. Hij zag het groot maatschappelijk belang dat met de nieuwe mogelijkheden gediend was en hij was bereid om mee te werken aan de noodzakelijke internationale reguleringen voor het effectief laten verlopen van het radioverkeer.

Het is dan ook geen wonder dat de naam van Dr. Ir. C.J. de Groot is verbonden aan de onderscheiding die sinds 1932 wordt verleend aan een Nederlander die zich bijzondere verdiensten heeft verworven op elektrotechnisch gebied in de ruimste zin en/of veel heeft bijgedragen aan het elektrotechnische werk van anderen. De uitreiking wordt mogelijk gemaakt door de dragende organisaties FME en Koninklijke PTT Nederland NV, alsmede door bijdragen uit een fonds dat door de voormalige FOEGIN hiertoe werd gevormd.

Een woord van grote dank is op zijn plaats aan deze organisaties die het mogelijk maken dat eens in de 4 à 5 jaar iemand uit het vakgebied elektrotechniek met de Dr. Ir. de Groot-plaquette wordt onderscheiden.

Gaarne dank ik ook de Technisch Wetenschappelijke beroepsverenigingen, die op initiatief van het Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap vandaag een bijzondere werkvergadering rond de uitreiking hebben belegd.

In de loop van de jaren is de plaquette elf maal toegekend aan bekende Nederlanders op het gebied van de elektrotechniek:

1932 W.B. Smit Johz
Stichter van de N.V. Elektrotechnische Industrie v.h. W. Smit en Co te Slikkerveer, medestichter van EMF Dordt en de transformatorenfabriek te Nijmegen.

1935 Dr. A.F. Philips
Stichter van de bekende gloeilampenfabriek in het zuiden des lands en daarmee grondlegger van de elektronica-industrie in ons land.

1937 Prof. Dr. Ing. C. Feldmann
Vele jaren hoogleraar elektrotechnische constructie aan de T.H. te Delft.

1953 Ir. G.J.T. Bakker
Directeur N.V. Electriciteitsbedrijf Zuid-Holland, voorzitter/bestuurslid van vele verenigingen op elektrotechnisch gebied.

1960 Dr. Ir. H.C.A. van Duuren
Directeur van het Dr. Neher Laboratorium van PTT en uitvinder van een systeem voor foutloze telegrafie-overdracht.

1965 Prof. Dr. Ir. J.C. van Staveren
Directeur van de KEMA, buitengewoon hoogleraar in Utrecht, lid van vele commissie- en adviesorganen.

1970 Dr. J. Haantjes
Directeur van Philips voor (kleuren) TV-ontwikkeling, onder zijn leiding kwam o.a. het plumbicon tot ontwikkeling.

1975 Ir. M.H. Huizinga
Leider Hoogspanningslaboratorium KEMA; bouwer van het De Zoeten laboratorium; secretaris-generaal CEE (Commission de reglementations en vue de l'application de l'equipement électrique).

1979 Prof. Dr. G.A. Blaauw
Hoogleraar aan de Universiteit Twente; computerspecialist informatietechniek, één van de grondleggers van de IBM 360 serie.

1984 Prof. Dr. Ir. J.L. Bordewijk
Hoogleraar aan de TU Delft; grondlegger van het straalverbindingsnet in Nederland.
Wegbereider, leermeester en stimulator van de telecommunicatie.

1988 Prof. Dr. Ir. J.G. Niesten
Hoogleraar aan de TU Eindhoven, met grote verdiensten voor de electromechanica en vermogenselektronica.

Voor de selectie van de bekroonde wordt volgens de statuten van het Dr. Ir. C.J. de Groot-fonds een commissie ingesteld, die de wetenschappelijke instellingen en beroepsverenigingen op het gebied van de elektrotechniek omvat. In slechts twee vergaderingen heeft deze een waardige ontvanger van de plaquette geselecteerd. Dat is niet alleen een bewijs van de efficiënte werkwijze, maar ook een indicatie van de grote overeenstemming over de verkozene. Voor de inspanningen die de commissie heeft verricht is het bestuur van het Dr.Ir. de Groot-fonds zeer erkentelijk.

Deze plaquette is toegekend aan Dr.Ir. Kees Teer, jarenlang directeur van het Philips Natuurkundig Laboratorium. Het is niet mijn taak om de redenen van deze toekenning uit de doeken te doen, maar wel wil ik gaarne, namens het bestuur van het Dr.Ir. C.J. de Groot-fonds onze hartelijke gelukwensen aanbieden aan deze uitverkiezing. Het is een onderscheiding die vakgenoten uit het brede terrein van de elektrotechniek aan een hooggewaardeerde collega verlenen.

En natuurlijk ook een gelukwens aan de NV Philips Gloeilampen Fabrieken die nu voor de derde keer één van haar leiders in aanmerking ziet komen voor onze plaquette.

We zijn dankbaar dat we vandaag de aandacht op Dr.Ir. Kees Teer mogen vestigen. Een voorbeeld voor de vakgenoten. We hopen dat het hem vergund zal zijn om nog vele jaren actief deel te blijven uitmaken van de elektrotechnische kring, in het bijzonder van degenen die op het gebied van de elektronica en signaalbewerking actief zijn. Vooral voor de jongeren moge de toekenning van de Dr. Ir. de Groot-plaquette een stimulans zijn om te kiezen voor een opleiding en werkkring in de elektrotechniek.

Noot van de redactie:

Zie ook in deel 56 van dit tijdschrift nr. 3, 1991, pagina 101, het artikel van Ir. J.M. Brans: " De directe radioverbinding Indië-Nederland 1919 ".

CONSIDERANS, BIJ DE UITREIKING VAN DE DR.IR. C.J. DE GROOT-PLAQUETTE AAN DR.IR. K. TEER

Uitgesproken door dr.ir. T.A.C.M. Claassen op 24 november 1992

De commissie, samengesteld volgens artikel 14 van de statuten van de Stichting dr.ir. de Groot-fonds, heeft in de vergadering van 2 september 1992 besloten tot de voordracht voor de uitreiking van de ere-plaquette van dit fonds aan

dr.ir. Kees Teer
geboren te Haarlem op 6 juni 1925

met als vermelding:

creatief stimulator van onderzoek in de elektronica

Als een van de velen die zich hebben mogen koesteren onder de leiding van dr.ir. Teer, is het mij een buitengewoon voorrecht en genoegen de overwegingen te mogen samenvatten die de commissie tot haar besluit hebben gebracht.

Kees Teer behaalde het diploma van elektrotechnisch ingenieur aan de Technische Hogeschool in Delft in 1949; zijn afstudeerhoogleraar was prof.dr.jhr. G.J. Elias. Op 1 september 1950 trad hij in dienst bij het Natuurkundig Laboratorium van Philips als wetenschappelijk medewerker in de televisiegroep van dr. Haantjes. Juist in die tijd werd veel werk verricht aan de totstandkoming van een nieuwe standaard voor de transmissie van kleurenbeelden. De belangrijkste randvoorwaarden daarbij waren de beperkte bandbreedte en de compatibiliteit met de reeds bestaande zwart-wit transmissiesystemen. Vanwege de beperkte bandbreedte was het enorm belangrijk te proberen de in het kleurensignaal aanwezige redundantie zoveel mogelijk te verwijderen. Het door Teer en anderen uitgewerkte TSC (two sub-carrier) systeem heeft lange tijd naast het uit de USA afkomstige NTSC systeem in de internationale standaardisering een rol gespeeld. In het TSC systeem worden de kleureninformatie-signalen in bandbreedte begrensd en elk op een subdraaggolf met zorgvuldig gekozen frequentie gemoduleerd binnen de door het helderheidssignaal ingenomen band. Dit gebeurt op een zodanige wijze dat minimale verstoring van dit helderheidssignaal wordt bereikt, terwijl volledige compatibiliteit met bestaande zwart-wit ontvangers wordt gerealiseerd.

In 1959 promoveerde Kees Teer bij prof.ir. M.P. Breedveld aan de Technische Hogeschool Delft op een proefschrift met als titel:

"Some investigations on redundancy and
possible bandwith compression in
television transmission"

In dit proefschrift worden de belangrijkste resultaten van zijn werk aan kleurentelevisietransmissie samengevat.

In datzelfde jaar 1959 werd Kees Teer groepsleider van de groep Elektro-akoestiek en magnetische registratie. Deze overgang tekent reeds de breedte van zijn belangstelling: naast televisie waren ook elektro-akoestiek en de registratie van audio- en videosignalen onderwerp van zijn interesse. Het was daarnaast een erkenning van zijn leidinggevende kwaliteiten.

Bij het verbeteren van de kwaliteit van audio- of videosignalen, alsook bij het elimineren van de redundantie in deze signalen ten behoeve van efficiënte transmissie is het ter beschikking zijn van een geheugenfunctie van essentieel belang. Daarmee immers kan de correlatie tussen opeenvolgende delen van het signaal worden gebruikt. Het probleem stellen is één, een oplossing vinden die zich laat realiseren in praktisch hanteerbare, dus geïntegreerde, vorm is echter veel gecompliceerder. Het door Teer en Sangster uitgevonden Emmertjesgeheugen, verbluffend in zijn conceptuele eenvoud, moet dan ook worden beschouwd als een technische doorbraak van grote allure. Het getuigt van de grote creativiteit die Teer altijd heeft ingebracht bij zowel zijn eigen onderzoek alsook bij dat van de mensen aan wie hij leiding heeft gegeven. Het Emmertjesgeheugen is de voorloper van het CCD geheugen, dat tot op de dag van vandaag zowel voor beeldbewerking als voor beeldopname gebruikt wordt.

In 1966 werd Kees Teer benoemd tot adjunct-directeur van het Natuurkundig Laboratorium en wordt daarmee verantwoordelijk voor al het onderzoek op het gebied van audio en video.

Spoedig daarna, in 1968, werd hij benoemd tot directeur en als leider van de hoofdgroep Elektronische systemen zou hij, zeventien jaar lang, een belangrijk stempel drukken op het onderzoek bij Philips aan nieuwe systemen voor elektronische bewerking van signalen en data. In deze periode komen de audiocassetterecorder, de videorecorder en de compact disk tot stand en op de markt. Computers ontwikkelen zich van omvangrijke elektronische monsters met beperkte rekencapaciteit tot PC's met vele ordes grotere capaciteit. De microprocessor doet zijn intrede en MSI wordt via LSI tot VLSI met honderdduizend transistoren.

Digitale Signaal Processing doet zijn intrede, eerst in datatransmissie, dan in audio (via de compact disk) en tenslotte in televisie. In al deze gebieden speelde het Nat.Lab. een grote rol, en het is mede aan de stimulerende en creatieve leidinggevende rol van Teer te danken dat Nederlandse bijdragen op wereldschaal meedoen.

In 1974 werd Teer benoemd tot Fellow van het IEEE met als vermelding:
For contributions to television, acoustics, and
electronic systems, and for leadership in research

In 1977 volgde zijn benoeming tot lid van de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen.

Wie uit deze opsomming de indruk heeft opgevat, dat Kees Teer een echte techneut is, heeft een dimensie van het veelzijdige karakter van Teer nog niet herkend. Kees Teer is bij uitstek een maatschappelijk geïnvolveerd iemand.

Niet de technische verworvenheid als zodanig, maar vooral de invloed daarvan op de gebruiker alsook de maatschappelijke implicatie ervan



Prof.dr.ir. K. Teer (l) ontvangt uit handen van prof.ir. J. de Haas (r) de Dr.ir. C.J. de Groot-plaquette.
Prof. Teer kreeg de onderscheiding voor zijn verdiensten als creatief stimulator van het onderzoek in de electronica. Eindhoven, 24 november 1992.

hebben zijn interesse. Hij is altijd zeer betrokken geweest bij het door prof. Schouten opgerichte Instituut voor Perceptie Onderzoek (IPO) waarin door de Technische Hogeschool Eindhoven en het Philips Nat.Lab. gezamenlijk onderzoek wordt gedaan naar de perceptieve aspecten van elektronische systemen. Op het Nat.Lab. richtte hij een groep op die zich bezig moest houden met onderzoek naar toekomstige ontwikkelingen in techniek en maatschappij.

Zijn doelstelling daarbij was niet zo zeer een extrapolatie van technische kundigheden maar een poging tot voorspelling en anticipatie op socio-technische ontwikkelingen: hoe kan de maatschappij of het individu profiteren van ontwikkelingen in de technologie en hoe kunnen maatschappelijke behoeften worden vertaald in uitdagingen aan de technische ontwikkeling.

Teer is bij uitstek iemand die gelooft in de rol van multidisciplinair onderzoek. Samenwerking van disciplines als elektronica, mechanica, wiskunde, procestechnologie leidt tot oplossingen die door geen van deze vakgebieden afzonderlijk kunnen worden gerealiseerd. In het Projecten Centrum in Geldrop werden onder zijn leiding diverse projecten uitgevoerd die er toe dienden nieuwe productconcepten te realiseren die voortkwamen uit bijdragen vanuit allerlei researchdisciplines. In veel gevallen wordt binnen het project ook onderzocht hoe de gebruikersacceptatie is en wordt met overheids- en regulerende instanties nagegaan wat de maatschappelijke implicaties zijn. Typische voorbeelden zijn het DIVAC project, dat een digitale verbinding tussen abonnee en centrale betreft en waarbinnen ook wordt nagegaan welke diensten over zo'n netwerk gewenst zouden zijn, en het OBUS project, dat een elektronische gestuurd systeem voor openbaar vervoer beoogt.

Teer was van het begin af lid van de BECOM, een samenwerkingsverband van Philips en PTT op het gebied van research en precompetitieve ontwikkeling op het gebied van telecommunicatie in brede zin. Tal van gezamenlijke onderzoeken en beproevingen zijn daaruit voortgekomen, zoals b.v. een vroegtijdige praktijkproef van techniek en ergonomische aspecten van beeldtelefonie.

In 1984 werd hij de General Chairman van ICC-84, de eerste door de IEEE Communications Society buiten Noord-Amerika georganiseerde Internationale Communicatie Conferentie. Het werd een grandioos succes, hetgeen de IEEE Communication Society er definitief toe heeft gebracht om voortaan met regelmaat zijn conferenties op diverse plaatsen in de wereld te houden.

Teer heeft een scherp analytisch vermogen gepaard gaande met een grote intelligentie. Hij is een precieze formuleerder en hecht grote waarde aan kwaliteit en klasse. Daarmee was hij niet altijd even makkelijk voor zijn ondergeschikten. Maar zijn grote directheid en persoonlijke betrokkenheid, zijn inzet en ontoombare werklust hebben vele van zijn medewerkers voor hem gewonnen.

Na zijn pensionering in 1985 werd Teer lid van de Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid.

Deze confrontatie met "sociologen en economen in het wild", zoals hij het ooit noemde, heeft hij als moeilijk maar zeer boeiend ervaren.

Van prof. Albeda, de toenmalige voorzitter van de WRR, heb ik vernomen, dat Teers bijdrage als verfrissend en zeer waardevol werd ervaren.

Teer werd daarnaast ook bijzonder hoogleraar in Delft op een leerstoel voor research management. Daarbij heeft hij veel van de ervaring die hij heeft opgedaan tijdens zijn Philips loopbaan aan een nieuwe generatie kunnen doorgeven.

En nog steeds geeft Teer zijn inbreng op het grensvlak van techniek en maatschappij: sinds de vorming van de verzelfstandigde Koninklijke PTT Nederland N.V. in 1989 is hij commissaris van deze onderneming.

In het voorgaande heb ik geprobeerd een aantal facetten van de veelzijdige loopbaan van Kees Teer te belichten. Rode draad daarbij was de creatief stimulerende rol die hij heeft gespeeld in de ontwikkeling van de elektronica in vele leidinggevende functies, zowel bij Philips als in diverse maatschappelijke organisaties.

Op grond van deze overwegingen heeft het Bestuur van de Stichting dr.ir. C.J. de Groot-fonds besloten de plaquette voor 1992 uit te reiken aan dr.ir. Kees Teer.

UIT HET NERG

LEDENMUTATIES

Voorgestelde leden

Ir. P.D.C. Anker	A. v. Schendelplein 185	2624 CZ	Delft
J.J. de Bruijn	Aak 3	3891 DE	Zeewolde
Ir. P.J.G. Hammer	Arienstraat 38	5931 HP	Tegelen
Ir. M.K. de Lange	Kersengaarde 188	2272 NM	Voorburg
Ir.Ing. S.H.A. Peters	Berkelstraat 8	5704 GE	Helmond
Prof.Dr.Ir. A.H.M. v. Roermund	p/a Mekelweg 4 TU-Delft	2628 CD	Delft
A. van de Vrie	Abbe de St. Pierrelaan 1	4334 AN	Middelburg

Nieuwe leden

Ir. G.M.A.L. Bergkamp	NEL 25-23630 4035 Ikebe-cho Middri-kv Yokohama	226 JAPAN	
Ir. R.G.H. Eschauzier	Dahliastraat 36	3333 GH	Zwijndrecht
Ir. A.W. Folmer	Noord Buitensingel 31	5911 EL	Venlo
Ir. J.P.F. Glas	Amer 22	3232 HA	Brielle
Ir. R.J. Hoefnagel	C. Ritsemastraat 9	2642 CD	Pynacker
Ir. R.J. Kopmeiners	Beatrixstraat 13	7511 KN	Enschede
Ir. M.A. Warmelink	Zr. Meijboomstraat 271	2331 PH	Leiden

Nieuwe adressen van leden

Ir. R. van Amstel	Aletta Jacobsstraat 44	2984 XB	Ridderkerk
Ir. D. Beaufort	Kernstraat 23	2313 EV	Leiden
Ir. E.A. de Boer	De Haar 129	2261 XZ	Leidschendam
Ir. J.C. Buisman	't Wuiver 32	1829 CJ	Oudorp
Ir. R.G.H. Eschauzier	Trix Terwindtstraat 14	3207 GK	Spijkenisse
Ir. C.M. Huizer	34 S Oak Ridge Road	Mount Kisco NY 10549 USA	
Ir. A.S.T. Kruijf	Klarenweg 65	8077 SN	Hulshorst
Prof.Dr. C.E. Mulders	Herman Gorterlaan 319	5644 SN	Eindhoven
Ir. F.Th.A. van Noesel	Warmelo 64	5655 JX	Eindhoven
Ir. K.H.W. Pasman	Hillegomweg 76	6843 EV	Arnhem
Dr.Ir. J. Smith	Herikkruid 20	1441 XH	Purmerend
Ir. Tj.J. Tjalkens	Hoeveland 2	5663 JT	Geldrop
Ir. F. Valster	Hertogenlaan 5	5663 EE	Geldrop
Dr.Ir. F.M.J. Willems	Heidezoom 1	5665 EB	Geldrop

EUREL PRESS INFORMATION

Best European Technical Paper

A paper by Dr. J.B. Hughes, Mr. I.C. Macbeth and Mr. D.M. Pattullo entitled **Switched Current Filters** was judged the best technical paper published by a Member Society of the Convention of National Associations of Electrical Engineers of Europe (EUREL). EUREL comprises 17 Societies in 14 countries representing 250,000 European professional electrical engineers.

The paper was published in Part G of the PROCEEDINGS of the Institution of Electrical Engineers (IEE) of the U.K. At the time of writing the paper, the authors worked for Philips Research Laboratories, Redhill. They received the Prize from Mr. M. Carpentier, President of the Société des Electriciens et des Electroniciens (SEE) of France at a dinner hosted by SEE following the EUREL General Assembly in Paris in September 1992. The Prize, comprising ECU 3,000, was shared amongst the authors, each of whom also received a certificate.

In the citation the Assessors stated that the paper was original, complete, well presented and useful for tutorial purposes.

The EUREL Prize was inaugurated in 1991 for the best paper to be published in a technical publication of a Member-Society of EUREL. This is the second time the annual award has been made.

Abstract of the paper

"Switched Current Filters"

by

J.B. Hughes, I.C. Macbeth and D.M. Pattullo

(IEE Proceedings, Part G, Vol. 137, No. 2, April 1990, pp. 156-162)

Citation

This paper represents pioneering work of significant potential at a time when we are witnessing tremendous changes in process technology.

The concept of Switched Current Filters is a new analogue sample-data signal processing technique ideally suited for mixed-mode silicon chips. The impact that switched-capacitor techniques had in the 1980's switched current techniques promise to have in the 1990s.

This work is rapidly gaining international acclaim as has been evident by numerous international publications citing this work. The paper will represent a bench-mark for a new generation of analogue IC design and, although the technique is primarily geared towards filters, it will have a tremendous application potential for many analogue circuits and systems of the future.

Conferentie-aankondigingen

PATO

- Toegepaste statistiek met Statistical Application System, 12, 19 februari en 5 maart 1993 in Eindhoven.
- Betrouwbaarheidsanalyse, 3, 4, 10 en 11 maart 1993 in Arnhem.
- Sensoren, 17, 24 februari en 3 en 10 maart 1993 in Eindhoven.
- Transputer engineering m.b.v. parallel programmeren, 8, 9 en 10 maart 1993 in Enschede.
- Identificatie en systeembeschrijving, 16, 23, 30 maart en 6, 13 april in Eindhoven.

Contactadres: Stichting PATO, Prinsessegracht 23, Postbus 30424, 2500 GK Den Haag. Tel.: 070-3644957 / Fax: 070-3562722.

ASIA Telecom 93 Exhibition and Forum,
17-22 mei 1993 World Trade Centre, Singapore.
Contactadres: Mrs. Suzan Hee-Sook Lee, project manager Asia Telecom 93.
Contactadres: International Telecommunication Union,
Place des Nations, CH-1211 Geneva 20, Switzerland.
Tel.: + 41 22 730 5811 / Fax: + 41 22 740 1013.

ECOC '93 19th European Conference on Optical Communication,
12-16 september 1993, Montreux, Switzerland.
Contactadres: Swiss Federal Institute of Technology.
Prof. dr. Hans Melchior, TPC-Chairman. CH-8093 Zurich, Switzerland.
Tel: + 41 1 377 2102 / Fax: + 41 1 392 0974.

CEI-Europe/Elsevier

- High-speed Communication Networking. 27 september - 1 oktober 1993, U.K.
- Adaptive Signal Processing. 27 september - 1 oktober 1993, U.K.
- Personal Communication Networks. 27 september - 1 oktober 1993, U.K.
- Maintaining Signal Quality in High-Speed Digital Systems. 27 september - 1 oktober 1993, U.K.
- Fiber Optic Communication Technology, Systems and Networks. 27 september - 1 oktober 1993, U.K.
- Modern Digital Modulation Techniques. 18-22 oktober 1993, Spanje.
- Modern Digital Communications. 15-19 november 1993, U.K.
- Simulation of Communication Systems. 18-21 oktober 1993, Spanje.
- Signalling for Telecommunications: Fixed and Mobile Networks. 8-11 maart 1993 , Zwitserland.
- Broadband Networks. 18-22 oktober 1993, Spanje
- Mobile Cellular and Microcellular Telecommunications. 19-23 april 1993, U.K.
- Digital Receivers for Satellite and Mobile Communication. 20-23 april 1993, U.K.
- High Speed Data Communication. 18-21 oktober 1993, Spanje.
- Satellite Communication Systems. 19-23 april 1993, U.K.
- VSAT Networks. 22- 23 april 1993, U.K.
- Low Earth Orbit Satellite Systems. 21-22 oktober 1993, Spanje.

Contactadres: Mrs. Tina Persson, marketing manager, CEI-Europe, PO Box 910, S-612 25 FINSPONG, Sweden.
Tel.: + 46 122 17570 / Fax: + 46 122 14347.

Concept programma NERG voorjaar 1993

WV+409
17 februari, avond
Informatietheorie in de BENELUX
Aristo Zalencentrum, Eindhoven

WV
31 maart, dag
Meten en testen in data- en telecommunicatie
(beurs Electronics)
RAI, Amsterdam

WV = werkvergadering, uitsluitend voor NERG-leden;
WV+ = werkvergadering, voor NERG-, AES- en IEEE-leden;
WB = werkbezoek, uitsluitend voor NERG-leden;
JV = jaarvergadering, uitsluitend voor NERG-leden;
SMR = seminar.

Tijdschrift van het Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap

Inhoud

deel 58 – nr. 1 – 1993

Druk: de Witte, Eindhoven.